मूल्य : अठारह रुपये (18.00)

संस्करण : 1985 © लेखक
राजपाल एण्ड सन्ज़, कश्मीरी गेट, दिल्ली-110006 द्वारा प्रकाशित
UPGRAH-SANCHAR (Popular Science)
by O. P. N. Kalla and Kali Shankar

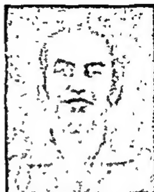
उपग्रह-संचार

ओ० पी० एन० कल्ला
उपनिदेशक, उपग्रह संचार केन्द्र,
अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद
एवं
काली शंकर
इलेक्ट्रानिकी अभियन्ता, दिल्ली भू-केन्द्र,
अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र, नयी दिल्ली

Gifted by
Raja Rammohan Roy Library Foundation
Sector I, Block DD-34, Salt Lake City
CALCUTTA-700 064



राजपाल एण्ड सन्ज़



दो शब्द

उपग्रह संचार प्रणाली ने विश्व में संचार के क्षेत्र में एक महान भूमिका निभाई है। लगभग पच्चीस साल के अन्दर उपग्रहों का प्रयोग बड़ी तेजी से प्रायोगिक क्षेत्र से हटकर व्यावसायिक क्षेत्र तक पहुंच गया है। आज हम संचार क्षेत्र के एक ऐसे मोड़ पर खड़े हैं, जहां पर उपग्रहों का प्रयोग संचार और सूचना प्रक्रिया की पारम्परिक सीमाओं को काफी हद तक समाप्त कर रहा है तथा आगे आने वाली पीढ़ी को एक नई दिशा दिखाएगा।

इस सदर्भ में 'उपग्रह संचार' पुस्तक लिखकर श्री ओ॰ पी॰ एन॰ कल्ला तथा श्री काली शंकर ने एक सराहनीय कार्य किया है। इस पुस्तक में उपग्रह संचार प्रणालो जैसे जटिल विषय को जन सामान्य की भाषा में समझाया गया है। आशा है, पाठक इस पुस्तक को काफी उपयोगी पायेंगे।

सचिव, अन्तरिक्ष विभाग एवं
चेयरमैन, भारतीय अन्तरिक्ष
अनुसंधान संगठन

भूमिका

उपग्रह संचार प्रणाली अन्तरिक्ष युग की महानतम उपलब्धि है। इस प्रणाली ने राष्ट्रीय एवं अन्तर्राष्ट्रीय स्तर पर महान परिवर्तन ला दिए हैं। और तो और, लोगों का दैनिक जीवन संचार के इस महान आन्दोलन से प्रभावित हुआ है। जब उपग्रह संचार प्रणाली का इतना महत्त्व है तो यह बड़ा आवश्यक है कि इस प्रणाली के विषय में जन सामान्य को अधिकाधिक जानकारी प्रदान की जाय। प्रस्तुत पुस्तक, 'उपग्रह संचार' इसी दृष्टिकोण से लिखी गई है। उपग्रह संचार प्रणाली को सरल हिन्दी भाषा में समझाया गया है जिससे कि सामान्य शिक्षित समुदाय भी इससे अधिक से अधिक लाभान्वित हो सके।

इस पुस्तक को लिखने में हमें अनेक लोगों का सहयोग प्राप्त हुआ है। पुस्तक की भाषा को जांचने तथा उसमें आवश्यक संशोधन करने के लिए हम अन्तरिक्ष विभाग, नई दिल्ली, के हिन्दी अधिकारी श्री श्याम सिंह के आभारी है। पुस्तक की पाण्डुलिपि को टाइप करने के लिए हम दिल्ली भू-केन्द्र के श्री दिनेश चन्द्र पाण्डेय के आभारी हैं।

आशा है, यह लघु पुस्तक जन सामान्य के लिए उपयोगी सिद्ध होगी।

—ओ० पी० एल० कल्ला

—काली शंकर

क्रम

1. परिचय

"वर्तमान समय में संचार से ज्यादा महत्वपूर्ण कोई क्षेत्र नहीं है, और इसलिए यह आवश्यक है कि संचार उपग्रहों से हम अधिकाधिक लाभ उठाने का प्रयास करें, जिनके समुचित और बुद्धिमत्तापूर्ण प्रयोग से विश्व के लोगों के बीच एक घनिष्ठ सामंजस्य स्थापित किया जा सकता है।"

—जॉन एफ० कैनेडी

1267 में रोजर बेकन ने यह प्रस्ताव रखा कि चुम्बकीय तरीकों से दूर-संचार सम्भव है। 1746 तक इस प्रस्ताव पर अमल भी कर लिया गया। 1844 में मॉर्स कोड के सफल प्रदर्शन के बाद सारे विश्व में टेलीग्राफ संचार काफी तेजी से फैल गया। तत्पश्चात् टेलीफोन, रेडियो, माइक्रोवेव संचार और टेलीविजन के आविष्कार ने विश्व-सभ्यता को और भी ऊंचाई तक पहुंचाया।

संचार की नई तकनीकों के आविष्कार के बावजूद जन सामान्य के लिए संचार सस्ता नहीं हो पाया। संचार के लिए आविष्कृत उपर्युक्त तकनीकों में मीलों लम्बे तार, अनेकों रिपीटर स्टेशन तथा जटिल टर्मिनल उपकरणों की आवश्यकता ने एक ओर तो संचार को काफी महंगा कर दिया तथा दूसरी ओर आर्थिक दृष्टि से इन तकनीकों का प्रयोग केवल उन्हीं क्षेत्रों में किया जा सका, जहां संचार ट्रैफिक ज्यादा हो। इसलिए अन्त-

र्राष्ट्रीय टेलीफोन सचार तो समुद्री केबुलों के द्वारा सोचा गया और किया भी जा रहा है, लेकिन किसी ने भी आर्थिक दृष्टि से अन्तर्राष्ट्रीय स्तर पर टेलीविज़न प्रेषण के लिए समुद्री केबुलों के प्रयोग का दुस्साहस नही किया। साथ ही साथ, जहां संचार ट्रैफिक काफी कम है, वहां के लिए किसी ने केबुल संचार को आर्थिक दृष्टि से ज्यादा महत्त्व नही दिया। ऐसे क्षेत्रों में संचार का दायित्व उच्च आवृत्ति वाले 'रेडियो सचार' पर डाला गया, यद्यपि आर्थिक दृष्टि से यह भी काफी महंगा पड़ता है क्योंकि इसकी चैनल क्षमता बहुत ही अल्प है। संचार उपग्रहों ने इन सारी समस्याओं का एक बहुत ही अनोखा हल निकाला है। पृथ्वी के चारों ओर चक्कर लगाते हुए ये उपग्रह एक साथ पृथ्वी के कई स्थानों के बीच सचार व्यवस्था स्थापित करा सकते हैं।

पिछले कुछ सालों में अनेकों प्रभावशाली आवश्यकताओं ने उपग्रह सचार प्रणाली को काफी बढ़ावा दिया है। संचार उपग्रहों के अनेकों सफल प्रमोचन इसके प्रमाण हैं। उपग्रह संचार प्रणाली को अब तकनीकी दृष्टि से मान्यता प्राप्त हो गई है तथा यह भी प्रतीत होने लगा है कि उपग्रह संचार तकनीक भविष्य में काफी सस्ती पड़ेगी। इस प्रकार संचार उपग्रहों की आवश्यकता दिनोंदिन बढती जा रही है तथा इस दिशा में पर्याप्त तकनीकी ज्ञान प्राप्य है। 4 अक्टूबर, 1957 को स्पुतनिक-1 अन्तरिक्ष में छोड़ने के बाद शायद ही कुछ लोगों ने सोचा होगा कि 1964 में हुए अठारहवें विश्व ओलम्पिक का सजीव प्रेषण टोकियो से अमरीका के लिए एक मानव निर्मित उपग्रह के द्वारा किया जाएगा। बहुत कम लोगों ने ही शायद यह भी सोचा होगा कि कुछ वर्ष पहले तक वैज्ञानिक कपोल कल्पनाओं के ये खिलौने संचार के क्षेत्र में इतनी बड़ी क्रान्ति लाएंगे।

हम में से काफी लोग 'टेलीस्टार' नाम से काफी परिचित है,

एक ऐसा नाम जो कि लगभग सभी संचार उपग्रहों का पर्यायवाची बन गया है। यह 'टेलीस्टार' उपग्रह ही था, जिसके द्वारा पहली बार अटलांटिक महासागर के ऊपर से टेलीविजन सिगनलों का प्रेषण किया गया। इसके बाद अनेक प्रारम्भिक संचार उपग्रह 'स्कोर', 'कोरियर', 'इको', 'रिले' और 'सिकम' अन्तरिक्ष में छोड़े गए। फिर 'इन्टेलसैट' उपग्रहों का युग आया, जिसने अन्तर्राष्ट्रीय संचार को और बढ़ावा दिया। समय की मांग के साथ उपग्रह संचार प्रणाली का महत्त्व इतना बढ़ा कि काफी देश अपनी घरेलू संचार समस्या के समाधान के लिए निजी उपग्रह रखने लगे।

संचार उपग्रह ही क्यों ?

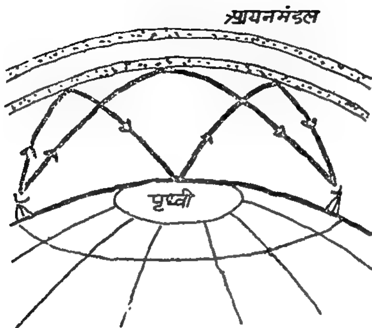
वास्तव में कुछ दशक पहले तक उपग्रह संचार के विषय में ज्यादा बातें मालूम नही थीं। उपग्रह के संदर्भ में केवल इतना मालूम था कि कोई चीज़ अन्तरिक्ष में छोड़ी गई है, जो पृथ्वी का चक्कर लगाती है। लेकिन आज संचार से सम्बन्धित उपग्रहों के प्रयोग तथा उनके मूल सिद्धान्तों के विषय में काफी बातें मालूम हो गई हैं।

संचार के लिए उपग्रहों के प्रयोग की कई तकनीकी बातों द्वारा पुष्टि की जा चुकी है। अपने में निहित विशाल बैन्ड चौड़ाई और विशाल चैनल क्षमता के कारण उपग्रह संचार के लिए माइक्रोवेव आवृत्ति (फ्रीक्वेन्सी) का प्रयोग स्वाभाविक विकल्प है। इस तकनीक के अन्तर्गत 1,000 मेगाहर्त्स से 10,000 मेगाहर्त्स के सिगनल वायुमण्डल के अन्दर से बहुत कम क्षीण हुए गुज़रते हैं। इससे नीचे की आवृत्तियां जब आयन मंडल से गुज़रती हैं तो इनकी ऊर्जा का बिखराव हो जाता है तथा उसके बाद जब ये वायुमंडल से गुज़रती है तो इनकी ऊर्जा को वायुमंडल में विद्य-

मान ऑक्सीजन और जल-वाष्प शोषित कर लेती है, जिससे ये आवृत्तियां बहुत ही क्षीण हो जाती हैं।

उपग्रह संचार तकनीक के द्वारा हज़ारों टेलीफोन चैनलों तथा अनेकों टेलीविज़न चैनलों का एक साथ प्रेषण एवं अभिग्रहण हज़ारों मील की दूरी के लिए किया जा सकता है। यह संचार की सामान्य तकनीक से सर्वथा भिन्न है, जहां हज़ारों मील में संचार व्यवस्था स्थापित करने के लिए कई हज़ार रिपीटर स्टेशनों की आवश्यकता पड़ती है। संचार उपग्रह का सबसे बड़ा लाभ यह है कि यह विशाल क्षेत्र के रेडियो दृश्य को एक साथ देख सकता है तथा उस क्षेत्र के विभिन्न स्थानों के बीच संचार व्यवस्था स्थापित कर सकता है। यह सच्चाई सही मायने में सम्पूर्ण विश्व में संचार व्यवस्था स्थापित कर सकती है जो संचार के सामान्य प्रयुक्त साधनों से सम्भव नहीं थी। साथ ही साथ हज़ारों मील के विस्तार में एक अकेले रिपीटर (उपग्रह) के द्वारा प्राप्त सिगनल का स्तर माइक्रोवेव संस्थान के हज़ारों रिपीटरों के द्वारा प्राप्त सिगनल स्तर से कहीं ज्यादा अच्छा होता है जोकि संचार उपग्रह के एक बहुत ही महत्त्वपूर्ण पहलू पर प्रकाश डालता है।

1866 में पहली समुद्रपारीय अटलान्टिक टेलीग्राफ केबुल प्रयोग में लाई गई, लेकिन 61 साल के बाद 1927 में पहली बार मानव समुद्रपारीय अटलान्टिक क्षेत्रों से बातचीत कर सका। चूंकि रेडियो तरंगें सीधी रेखा में चलती हैं, उच्च आवृत्ति वाले रेडियो तंत्र आयनमंडल को आयनीकृत परतों पर निर्भर करते थे, तथा इन रेडियो तरंगों को पृथ्वी की ओर परावर्तित होने की सीमा आयनमंडल के ऊपर निर्भर करती थी (चित्र 1)। चूंकि यह तंत्र सर्वथा आयनमंडल की कृपा पर निर्भर करता है और चूंकि आयनमंडल पृथ्वी के ऊपर ऊंचाई और चुम्बकीय फील्ड और



चित्र 1. आयन मंडल के द्वारा रेडियो तरंगों का परावर्तन

सौर विघ्न की तीव्रता के अनुसार घटता-बढ़ता है, उच्च ऊर्जा रेडियो संचार प्रणाली ज्यादा विश्वसनीय नहीं होती है। इसके बावजूद भी इसका प्रयोग काफी किया जाता है।

इस अविश्वसनीय संचार संस्थान को 29 साल के बाद 1956 में पहली समुद्रपारीय सबमेरीन टेलीफोन केबुल के द्वारा विश्वसनीय बनाया गया। यह टेलीफोन केबुल उत्तरी अमरीका तथा ब्रिटेन के बीच में लगाई गई। इसमें शुरू में 36 टेलीफोन चैनलों की क्षमता थी, तथा बाद में इसमें 96 टेलीफोन चैनलों की क्षमता लाई गई।

1964 में अटलान्टिक महासागर के आर-पार चार टेलीफोन केबुलें लगाई गई, जिनमें 300 टेलीफोन चैनलों की क्षमता थी।

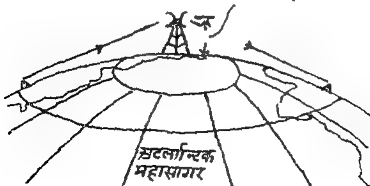
समुद्र के अन्दर डाली गई ये संचार केबुलें मरम्मत करने की दृष्टि से काफी परेशानियां पैदा करती थीं तथा इस प्रकार की अनेक बातों ने माइक्रोवेव संचार प्रणाली को जन्म दिया। माइक्रोवेव संचार प्रणाली की संचार क्षमता काफी ज्यादा है। उच्च आवृत्ति वाले रेडियो तंत्र के प्रतिकूल माइक्रोवेव तरंगें आयनमंडल के द्वारा परावर्तित नहीं की जाती, बल्कि इस प्रणाली में माइक्रोवेव ऊर्जा का प्रेषण एवं अभिग्रहण परवलय आकार के एन्टेना द्वारा किया जाता है। इसके अलावा माइक्रोवेव प्रणाली केवल दो केन्द्रों, जो एक-दूसरे को देख सकते हैं, के बीच ही संचार स्थापित करने में सक्षम है। इस प्रणाली में विशाल क्षेत्र में संचार व्यवस्था स्थापित करने में अनेकों मध्यस्थ स्टेशनों का प्रयोग करना पड़ता है। इन्हें रिपीटर स्टेशन कहते हैं। चित्र 2 के अनुसार पृथ्वी की गोलाई के कारण विशाल क्षेत्रों में संचार व्यवस्था स्थापित करने में माइक्रोवेव आवृत्ति के सिगनल पृथ्वी की गोलाई के साथ मुड़ जाते हैं जबकि वास्तव में ये सीधे चलते हैं। माइक्रोवेव सिगनल का मुड़ना रोकने के लिए अनेकों रिपीटर स्टेशनों की आवश्यकता पड़ती है। सामान्यतया माइक्रोवेव रिपीटर स्टेशनों के बीच की दूरी 30 से 50 मील होती है तथा यह दूरी उस क्षेत्र की बनावट पर भी निर्भर करती है, जहां पर रिपीटर स्टेशन लगाए जाते हैं। समतल भूमि पर तो यह प्रणाली कोई विशेष समस्या नहीं खड़ी करती, जहां तक तकनीकी तंत्र को लगाने का प्रश्न उठता है। अगर बीच में समुद्र आ जाए तो यह असम्भव हो जाता है।

पृथ्वी में उचित समतल तरीके की जमीन मिलना सर्वथा असम्भव है, जिसमें माइक्रोवेव रिपीटर स्टेशन लगाए जा सकें



चित्र 2. माइक्रोवेव रिपीटर स्टेशन

तथा जिसके माध्यम से समुद्र के आर-पार भी संचार व्यवस्था स्थापित की जा सके। लेकिन काफी विचार-विमर्श के बाद यह परिकल्पना की गई कि यदि अटलान्टिक के बीच में 400 मील की ऊंचाई का एक रिपीटर स्टेशन लगाया जाए (चित्र 3) तो अमरीका



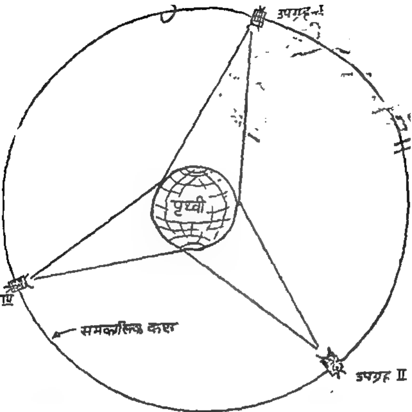
चित्र 3. 400 मील ऊंचाई का काल्पनिक रिपीटर स्टेशन

और यूरोपीय देशों के बीच संचार व्यवस्था स्थापित हो सकती है। लेकिन 400 मील की ऊंचाई का रिपोटर स्टेशन सर्वथा असंभव है तथा इसी परिकल्पना ने उपग्रह संचार प्रणाली को जन्म दिया। उपग्रह संचार प्रणाली में रिपीटर स्टेशन अन्तरिक्ष में काफी ऊंचाई पर स्थापित किया जाता है। आज एक माइक्रोवेव रिपीटर स्टेशन किसी उपग्रह में रखा जा सकता है जो पृथ्वी के एक तिहाई भाग में संचार व्यवस्था स्थापित कर सकता है। चित्र 4 के अनुसार तीन संचार उपग्रह सम्पूर्ण पृथ्वी में संचार व्यवस्था स्थापित कर सकते हैं।

केबुल संचार और उपग्रह संचार की तुलना

अनेक तकनीकी बातों को ध्यान में रखते हुए यह पाया गया है कि उपग्रह संचार प्रणाली केबुल संचार प्रणाली से कहीं अधिक श्रेष्ठ है। अटलांटिक महासागर के ऊपर स्थापित किया गया उपग्रह केवल विपरीत किनारों के दो केन्द्रों के बीच ही संचार व्यवस्था स्थापित नहीं कर सकता, बल्कि विपरीत किनारों के अनेकों केन्द्रों के बीच, जो उपग्रह को देख सकते हैं, भी संचार व्यवस्था स्थापित कर सकता है। इस प्रकार एक उपग्रह अनेक केन्द्रों तथा देशों के बीच सीधा संचार सूत्र प्रदान कर सकता है।

केबुल संचार की अपेक्षा उपग्रह संचार प्रणाली काफी सरल है। उपग्रह संचार प्रणाली की क्षमता आवश्यकतानुसार एक भू-खंड से दूसरे भू-खंड की ओर स्थानान्तरित की जा सकती है जब कि केबुल संचार प्रणाली की क्षमता निश्चित रहती है। संचार के लिए उपग्रहों का प्रस्ताव पहली बार 1945 में आर्थर सी॰ क्लॉर्क के द्वारा रखा गया था। क्लॉर्क का उपग्रह रिपीटर स्टेशन बड़ा महत्त्वाकांक्षी था। उन्होंने 24 घंटे की कक्षा में रखे उपग्रह की ही कल्पना नहीं की थी, बल्कि मानवयुक्त अन्तरिक्ष स्टेशन की भी



चित्र 4. समकालिक कक्षा में रखे तीन उपग्रहों के द्वारा संपूर्ण पृथ्वी में उपग्रह-संचार व्यवस्था

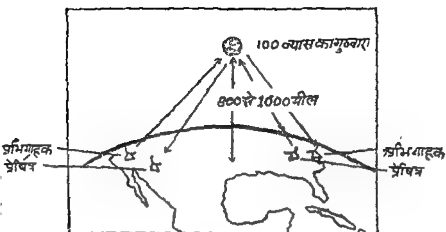
कल्पना की थी, जिसमें रहने के लिए मकान, कार्य करने के लिए प्रयोगशाला तथा अन्य प्रकार की सुविधा हो। क्लॉर्क की परिकल्पना आज पूर्ण सत्य साबित हो रही है।

2. उपग्रह के भेद

उपग्रहों को निम्नलिखित दो श्रेणियों में बांटा जा सकता है :

(क) निष्क्रिय उपग्रह
(ख) सक्रिय उपग्रह

पृथ्वी से प्रेषित सिगनल निष्क्रिय उपग्रह के द्वारा पृथ्वी के गन्तव्य स्थान की ओर परावर्तित कर दिया जाता है (चित्र 5)। निष्क्रिय उपग्रह में किसी प्रकार के सक्रिय उपकरण नहीं होते। सक्रिय उपग्रहों में अनेक प्रकार के उपकरण लगे होते हैं, जो पृथ्वी से प्राप्त सिगनल के स्तर तथा तरंग में परिवर्तन करने के बाद उसे पृथ्वी की ओर भेज देते हैं। सक्रिय उपग्रहों के मामले में पृथ्वी से प्रेषित सिगनल का उपग्रह के अन्दर प्रवर्द्धन किया जाता है, और उसे शक्तिशाली बनाने के बाद पृथ्वी की ओर भेजा जाता है, लेकिन निष्क्रिय उपग्रहों में इस तरह का कोई कार्य नहीं किया जाता। इसके कारण पृथ्वी से निष्क्रिय उपग्रहों की ओर भेजा जाने वाला सिगनल अत्यधिक शक्तिशाली होना चाहिए। यद्यपि निष्क्रिय उपग्रहों में सिगनल का प्रवर्द्धन नहीं होता, फिर भी इनका सबसे बड़ा लाभ यह है कि इनमें किसी प्रकार के इलेक्ट्रानिकी उपकरण न होने के कारण उनके खराब होने का अंदेशा नहीं रहता।



चित्र 5. निष्क्रिय उपग्रह इको—I

निष्क्रिय उपग्रह

निष्क्रिय उपग्रह तीन प्रकार के होते हैं :

(क) विविक्त परावर्तक—गोला ।
(ख) विविक्त परावर्तक—खण्ड ।
(ग) वेस्टफोर्ड की तरह के तंत्र ।

प्रथम प्रकार के निष्क्रिय उपग्रह परावर्तक गोले होते हैं । जब रेडियो सिगनल एक गोलाकार यांत्रिक सतह, जोकि सिगनल के तरंग दैर्घ्य से कहीं बड़ा होता है, पर पड़ता है तो गोलाकार सतह सिगनल को चारों ओर परावर्तित कर देती है । इस प्रकार सिगनल में निहित ऊर्जा चारों ओर बराबर होकर बंट जाती है । इस प्रकार की गोलाकार सतह को समदैशिक परावर्तक कहते हैं । प्लास्टिक के गुब्बारों या बड़े गोलों के द्वारा बड़ी-बड़ी परावर्तक सतहें बनाई जा सकती हैं । सिगनल के परावर्तन के लिए बाह्य

सतह पर चालक पदार्थ की एक परत लगा दी जाती है। इस प्रकार से बनाया गया गोला बड़ा हल्का होता है। अन्तरिक्ष में राकेट के द्वारा भेजने के लिए इन गोलाकार सतहों को मोड़कर छोटा बनाया जा सकता है। दुर्भाग्य से सार्वदिशिक परावर्तक के द्वारा सिगनल ऊर्जा का बहुत थोड़ा भाग ही गन्तव्य दिशा की ओर जाता है। ऊर्जा का बहुत बड़ा हिस्सा अप्रयुक्त रहता है। गोलाकार परावर्तकों की सबसे विशेष बात यह है कि इनमें किसी प्रकार के दिक्विन्यास की चिन्ता नहीं करनी पड़ती, क्योंकि यह चारों ओर से एक-सा ही प्रतीत होगा।

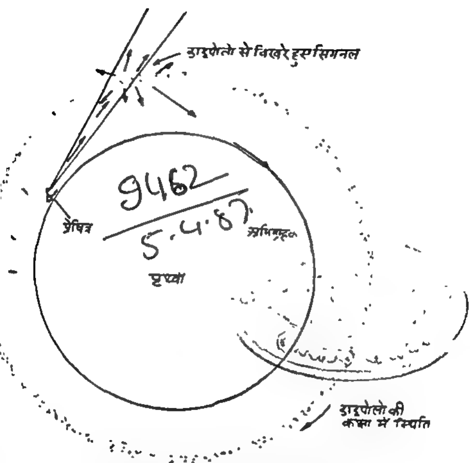
विविक्त परावर्तक—खण्ड

यह निश्चित है कि यदि गोलाकार सतहों का प्रतिसाम्य बदल दिया जाय तो परावर्तक का काफी अधिक क्षेत्रफल रेडियो सिगनल परावर्तन के लिए किया जा सकता है। यह बात गोलाकार सतह की अपेक्षा छोटे-छोटे खंडों के द्वारा प्राप्त की जा सकती है। इस प्रकार के परावर्तकों में दिक्विन्यास का काफी ध्यान रखना पड़ता है।

वेस्टफोर्ड की तरह के तंत्र

वेस्टफोर्ड की तरह के निष्क्रिय उपग्रह तंत्र में प्रत्येक अवयव सिगनल के तरंग दैर्घ्य की अपेक्षा काफी छोटे होते हैं तथा अन्तरिक्ष के सीमित दायरे में ये अवयव लाखों की संख्या में फैलाए जाते है, जैसा चित्र 6 में दिखाया गया है। पृथ्वी से भेजा गया सिगनल इन लघु अवयवों के द्वारा छितरा दिया जाता है तथा कुछ भाग पृथ्वी के गन्तव्य स्टेशनों तक पहुंचता है।

निष्क्रिय उपग्रह आर्थिक दृष्टि से सरल तथा ज्यादा विश्वनीय होते हैं। इनमें किसी प्रकार के कलपुर्जों के न होने के कारण



चित्र 5 वेस्टफोर्ड की तरह का डाइपोल पेटी तंत्र

इनका जीवन काल बहुत अधिक होता है। अगस्त 1960 में छोड़ा गया प्रायोगिक उपग्रह इको-1 निष्क्रिय उपग्रह था। चित्र 5 में दिखाया गया उपग्रह इको-1 धातु के आवरण से ढका हुआ 100 फुट व्यास के गुब्बारे की भांति था तथा पृथ्वी से 1000 मील की दूरी पर स्थित था। इको-1 उपग्रह के द्वारा काफी दूरी के लिए

टेलीफोन एवं टेलीविजन चैनलों का प्रेषण एवं अभिग्रहण किया गया। निष्क्रिय उपग्रहों का सबसे बड़ा अवगुण भू-केन्द्र के ट्रान्समीटर द्वारा उच्च ऊर्जा के प्रेषण की आवश्यकता का होना है। आवश्यक ट्रान्समीटर पावर निम्न समीकरण द्वारा निकाली जा सकती है :

$$\frac{\text{ट्रान्समीटर पावर}}{\text{अभिग्रहित पावर}} = \frac{(\text{उपग्रह की पृथ्वी से दूरी})^4}{(\text{उपग्रह का व्यास})^2}$$

इस समीकरण से पता चलता है कि इको-1 से संतोषप्रद सिगनल पृथ्वी पर प्राप्त करने के लिए भू-केन्द्र से कम से कम 10,000 वाट ऊर्जा का प्रेषण करना पड़ेगा। अगर उपग्रह की ऊंचाई 1,000 कि० मी० से 3,000 कि० मी० कर दी जाए तो उपर्युक्त स्तर का सिगनल प्राप्त करने के लिए 8,10,000 वाट की ऊर्जा भू-केन्द्र के ट्रान्समीटर से भेजनी पड़ेगी। इसी प्रकार, यदि निष्क्रिय उपग्रह का व्यास 100 फुट से 900 फुट कर दिया जाए तो भी वही परिणाम प्राप्त होंगे। अगर उपग्रह 5,000 मील की दूरी पर स्थापित किया जाए तो उपर्युक्त सिगनल स्तर को भू-केन्द्र में प्राप्त करने के लिए लगभग 60,00,000 वाट ऊर्जा के प्रेषण की आवश्यकता पड़ेगी अथवा उपग्रह के व्यास को लगभग 2½ मील बनाना पड़ेगा।

सक्रिय उपग्रह

आजकल के सारे उपग्रह सक्रिय उपग्रह हैं। इनमें विभिन्न प्रकार के इलेक्ट्रानिकी उपकरण तथा सौर सेल लगे होते हैं। सक्रिय उपग्रहों का जीवन काल इन इलेक्ट्रानिकी उपकरणों की सक्रियता तक ही रहता है। इनके निष्क्रिय होते ही उपग्रह कार्यहीन हो जाता है।

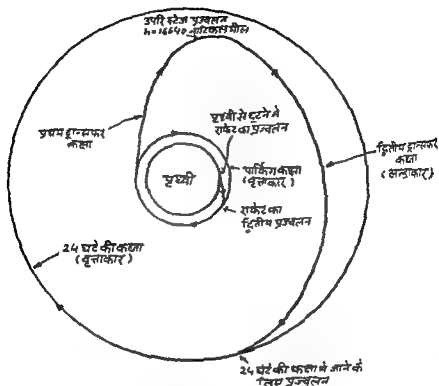
3. उपग्रह की कक्षाएं

सामान्यतया उपग्रह दो प्रकार की कक्षाओं में चक्कर लगाते है, वृत्ताकार कक्षा एवं अंडाकार कक्षा। चित्र 7 में ये कक्षाएं दिखाई गई हैं। पृथ्वी में एक-सा संचार प्रदान करने के लिए वृत्ताकार कक्षाएं ज्यादा उपयोगी होती हैं। अंडाकार कक्षाओं के अपने दूसरे प्रकार के लाभ हैं। 63.5° पर झुकी हुई अंडाकार कक्षा में उपग्रह स्थापित करने से उपग्रह का अनुवर्तन काफी आसान होता है।

उपग्रह कक्षा में कैसे घूमता है ?

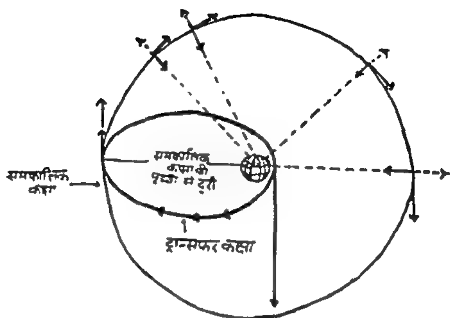
पृथ्वी की कक्षाओं के विषय में तथा कक्षा में रखे उपग्रह के नियंत्रण के विषय में अधिकाधिक जानकारी हो जाने के कारण अब कृत्रिम उपग्रहों का अन्तरिक्ष में रखना सम्भव और आसान हो गया है। पृथ्वी में अथवा पृथ्वी के चारों ओर घूमने वाली वस्तुएं पृथ्वी की गुरुत्वाकर्षण शक्ति द्वारा प्रभावित होती हैं, जो वस्तु के भार की सीधी समानुपाती होती हैं तथा पृथ्वी के केन्द्र से वस्तु की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती हैं। इस प्रकार कोई भी वस्तु पृथ्वी से जितनी दूर होगी, उसका भार उतना ही कम होगा तथा उस पर पृथ्वी की गुरुत्वाकर्षण शक्ति का प्रभाव तदनुसार कम होता जाएगा।

एक कृत्रिम उपग्रह के द्वारा कक्षा में पहुंचने के लिए यह अति



चित्र 7. उपग्रह की विभिन्न कक्षाएं

आवश्यक है कि यह वायुमंडल से ऊपर उठाया जाए तथा पृथ्वी के चारों ओर चक्कर लगाना शुरू करे, तथा उस कक्षा में इतना अपकेन्द्री बल पैदा करे जो उस ऊंचाई में पैदा होने वाले अभिकेन्द्री बल को सन्तुलित कर सके। इस प्रकार वास्तव में वस्तु पृथ्वी के ऊपर गिर रही होती है लेकिन स्पर्शरेखीय गति (जो पृथ्वी की गुरुत्वाकर्षण शक्ति की अनुपस्थिति में उपग्रह को कक्षा से बाहर फेंक देगी) के कारण उपग्रह को उसी कक्षा में स्थापित



चित्र 8. निश्चल उपग्रह का समकालिक कक्षा में रखा जाना

रखती है जैसा चित्र 8 में दिखाया गया है। यदि स्पर्शरेखीय गति पृथ्वी की गुरुत्वाकर्षण शक्ति को संतुलित करने के लिए आवश्यक बल से अधिक हो तो उपग्रह या वस्तु अन्तरिक्ष से बाहर जाने का प्रयास करेगी। अगर उपग्रह की गति वायुमंडलीय घर्षण या किसी अन्य तरीके से कम कर दी जाए तो वह पृथ्वी की गुरुत्वाकर्षण शक्ति द्वारा खींच ली जाती है।

चूंकि अधिक ऊंचाइयों पर पृथ्वी की गुरुत्वाकर्षण शक्ति काफी क्षीण हो जाती है, इसलिए ऊंची कक्षाओं में स्थित उपग्रहों को पृथ्वी का चक्कर उतनी तेजी से नहीं लगाना पड़ता, जितना

निम्न ऊंचाई पर स्थित उपग्रहों को लगाना पड़ता है। इस प्रकार प्रत्येक कक्षा का कक्षीय काल उपग्रह की पृथ्वी से दूरी से सीधा सम्बन्ध रखता है। वास्तव में कक्षीय काल उपग्रह के भार के साथ बदलना चाहिए क्योंकि पृथ्वी की गुरुत्वाकर्षण शक्ति पृथ्वी के भार और उपग्रह के भार के गुणनफल की समानुपाती होती है। लेकिन उपग्रह का भार पृथ्वी के भार की अपेक्षा इतना कम होता है कि उपग्रह के भार का प्रभाव नगण्य होता है। उपग्रह का भार तब नगण्य नहीं होगा जब यह चन्द्रमा के भार के लगभग बराबर हो जोकि पृथ्वी के भार का एक प्रतिशत होता है।

उपग्रह कक्षीय काल

किसी उपग्रह का कक्षीय काल आसानी से निकाला जा सकता है—यदि उपग्रह की पृथ्वी से दूरी मालूम हो। यह कक्षीय काल निम्न समीकरण से निकाला जा सकता है :

$$T^2 = \frac{d^3}{K}$$

जहां d पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण केन्द्र से उपग्रह की दूरी है, K एक नियत है और T कक्षीय काल है। उदाहरण के लिए, मान लीजिए कि पृथ्वी का अर्धव्यास 4,000 मील है। उस हालत में K का मान 8.9×10^6 होगा जब d की इकाई स्टेट मील है तथा कक्षीय काल की इकाई मिनट में है। हालांकि प्रस्तुत गणना शत-प्रतिशत सही नहीं है, फिर भी समझने के लिए पर्याप्त है।

गणना करने से यह विदित हुआ है कि पृथ्वी की सतह से 100 मील की दूरी पर स्थित एक उपग्रह 87.5 मिनट में पृथ्वी का एक पूरा चक्कर लगाता है तथा 600 मील की दूरी पर स्थित उपग्रह 104 मिनट में पृथ्वी का एक चक्कर लगाएगा। 1,000 मील

की दूरी पर स्थित यही उपग्रह पृथ्वी का एक चक्कर लगाने में 118 मिनट लेगा। जैसे-जैसे उपग्रह की पृथ्वी से दूरी बढ़ती जाती है, कक्षीय काल भी बढ़ता जाता है। 22,270 मील अथवा 36,000 कि० मीटर की दूरी पर स्थित एक उपग्रह का कक्षीय काल 24 घंटे होता है तथा ध्यान देने की बात यह है कि 24 घंटे में ही पृथ्वी भी अपनी धुरी पर एक चक्कर लगाती है। 24 घंटे कक्षीय काल वाली कक्षा को समकालिक कक्षा कहते हैं क्योंकि इस कक्षा पर रखे उपग्रह तथा पृथ्वी की सापेक्ष गति शून्य होती है।

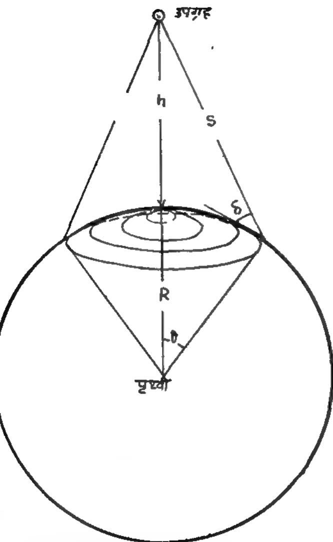
कक्षीय ऊंचाई तथा उसका प्रभाव

उपग्रहों का वर्गीकरण कक्षीय ऊंचाई के आधार पर भी किया जाता है। कोई उपग्रह पृथ्वी से कम दूरी पर होता है और कोई पृथ्वी से काफी दूरी पर होता है। उपग्रह की पृथ्वी से दूरी अथवा कक्षीय ऊंचाई से ही उपग्रह की कीमत एवं उपयोगिता निश्चित होती है। उपग्रह की दूरी पृथ्वी से जितनी अधिक होगी, उपग्रह पृथ्वी के उतने ही ज्यादा क्षेत्र में संचार व्यवस्था स्थापित करने में सफल होगा। सामान्यतया संचार के लिए उपग्रह अन्तरिक्ष में समकालिक कक्षा में रखे जाते हैं। यह कक्षा पृथ्वी से 36,000 कि० मी० की दूरी पर होती है। इस कक्षा की विशेष बात यह है कि जब उपग्रह इस कक्षा में रखा जाता है तो इसकी और पृथ्वी की सापेक्ष गति शून्य होती है। इसका परिणाम यह होता है कि उपग्रह को ढूंढने के लिए भू-केन्द्र के विशाल एन्टेना को बार-बार घुमाने की आवश्यकता नहीं पड़ती। जैसे-जैसे उपग्रह की कक्षीय ऊंचाई कम होती जाती है, उसकी गति बढ़ती जाती है। उपग्रह पर कक्षीय ऊंचाई का निम्नलिखित प्रभाव होता है :

1. निम्न कक्षीय ऊंचाई पर वान एलेन पेटी के उच्च ऊर्जा प्रोटान उपग्रह के सौर ऊर्जा सेलों की कार्यक्षमता कम कर देते है।
2. पृथ्वी की विशाल चुम्बकीय शक्ति निम्न कक्षीय ऊंचाई के उपग्रहों के सन्तुलन को प्रभावित करती है।
3. निम्न कक्षीय ऊंचाई के उपग्रह पृथ्वी के सीमित क्षेत्र में तथा उच्च कक्षीय ऊंचाई के उपग्रह पृथ्वी के विशाल क्षेत्र में संचार व्यवस्था स्थापित कर सकते है (चित्र 9)।

समकालिक कक्षा

वह उपग्रह जो पूर्व की ओर वृत्तीय कक्षा में पृथ्वी से 36,000 कि॰ मी॰ की दूरी पर घूम रहा हो, उसका आवर्ती काल वही होता है जो पृथ्वी का अपनी अक्ष रेखा में घूमने में लगता है। इस प्रकार पृथ्वी से देखने पर उपग्रह स्थिर दिखाई पड़ता है। इस प्रकार के उपग्रहों को समकालिक उपग्रह तथा ऐसी कक्षा को समकालिक कक्षा कहते हैं। सचार के सारे उपग्रह इसी कक्षा में स्थापित किए जाते हैं।



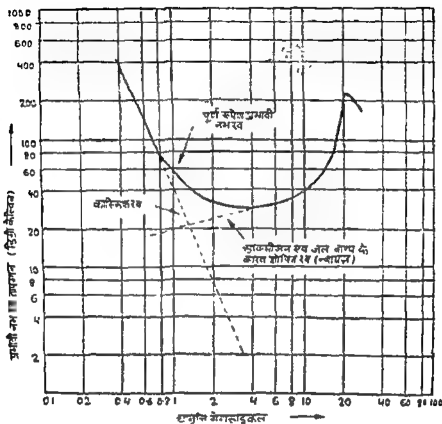
R पृथ्वी का अर्द्धव्यास
S अधिकतम झुकाव दूरी
δ : दृष्टिगोचरता का सीमित कोण
h : उपग्रह की पृथ्वी से न्यूनतम दूरी जिससे इच्छित क्षेत्र देखा जा सके
θ : केन्द्रीय कोण

चित्र 9. उपग्रह से प्रेक्षित पृथ्वी क्षेत्र

4. उपग्रह संचार के लिए आवृत्ति का चयन

उपग्रह संचार प्रणाली को अपनाने के लिए आवृत्ति का चयन भी बहुत महत्वपूर्ण है। इसके लिए अनेक बातों का ध्यान रखना आवश्यक है। कम आवृत्ति की तरंग का प्रयोग करने में उपग्रह की कीमत तथा भार बढ़ता है लेकिन सिगनल का मार्ग ह्रास कम हो जाता है जिससे भू-उपग्रह केन्द्र सस्ते पड़ते हैं। अधिक आवृत्ति की तरंग का प्रयोग उपग्रह की कीमत तथा भार कम कर देता है लेकिन मार्ग ह्रास बढ़ा देता है। इन बातों के अलावा कुछ आवृत्ति की तरंगें वातावरण तथा अन्य बाह्य कारणों से ज्यादा प्रभावित होती हैं तथा दूसरी आवृत्ति की तरंगें कम प्रभावित होती हैं।

जैसा कि चित्र 10 में स्पष्ट किया गया है, 2,000 मेगा-साइकल से लेकर 10,000 मेगासाइकल तक की आवृत्ति पर वायुमण्डल एवं अन्य वाह्य कारणों का प्रभाव कम पड़ता है। इसे वायुमण्डलीय खिड़की (एटमास्फेरिक विन्डो) कहते हैं। इसके अलावा अन्य आवृत्ति की तरंगें काफी प्रभावित होती हैं। अगर सूक्ष्मता से देखा जाए तो 4,000 मेगासाइकल से 6,000 मेगा-साइकल का तरंग बैन्ड इन बाह्य कारणों से बहुत ही कम प्रभावित होता है और यही कारण है कि उपग्रह संचार प्रणाली के लिए यह बैन्ड बड़ा उपयोगी है।



चित्र 10. वातावरणीय रव (न्वायज़) खिड़की

उपग्रह संचार प्रणाली के लिए तरंग निर्धारण का कार्य 1963 में अन्तर्राष्ट्रीय दूर संचार यूनियन की साधारण प्रशासनिक रेडियो सभा में किया गया। इस सभा का आयोजन जेनेवा में किया गया। उस समय उपग्रह संचार के लिए पांच तरंग बैन्डों का निर्धारण किया गया। यह बैंड निम्नलिखित थे—

(क) 3,400 से 4,200 मेगासाइकल वैन्ड
(ख) 7,250 से 7,750 मेगासाइकल वैन्ड
(ग) 4,400 से 4,700 मेगासाइकल वैन्ड
(घ) 5,725 से 6,425 मेगासाइकल वैन्ड
(च) 7,900 से 8,400 मेगासाइकल बैन्ड

7,250 से 7,300 मेगासाइकल तथा 7,975 से 8,025 मेगासाइकल वैन्डों को केवल उपग्रह संचार के लिए निर्धारित किया गया था। बाकी अन्य उपर्युक्त वैन्ड उपग्रह संचार तथा अन्य सेवाओं, जैसे माइक्रोवेव संस्थानों के लिए भी, उपयुक्त ठहराए गए थे।

इसके बाद कुछ अन्य विश्व प्रशनिक रेडियो सभाएं (वार्क) भी सम्पन्न हुई तथा उपग्रह संचार प्रणाली के लिए 3,700-4,200 मेगासाइकल वैन्ड तथा 5,100 से 6,400 मेगासाइकल वैन्ड को पूर्णरूपेण मान लिया गया।

उपग्रह संचार के लिए उच्च आवृत्ति के बैन्ड

उपग्रह संचार प्रणाली के अधिकाधिक प्रयोग के कारण 3,700-4,200 तथा 5,900-6,400 मेगाहर्त्स बैन्ड काफी भर गए हैं तथा भविष्य में इन वैन्डों के अन्तर्गत किसी प्रयोगकर्ता के लिए तरंग का निर्धारण करना काफी मुश्किल होगा। इसके लिए 11,000/14 000 एवं 20,000/30,000 मेगासाइकल आवृत्ति के वैन्डों का भी प्रयोग प्रस्तावित है। 11,000/14,000 मेगासाइकल के वैन्डों का प्रयोग भी हो चुका है।

प्रेषण आवृत्ति उच्च हो या अभिग्रहण आवृत्ति उच्च हो

उपग्रह संचार प्रणाली के लिए प्रयुक्त प्रेषण एवं अभिग्रहण आवृत्तियां भिन्न होती हैं और सामान्यतः प्रेषण आवृत्ति (भू-

उपग्रह केन्द्र से उपग्रह को ओर) उच्च होती है तथा अभिग्रहण आवृत्ति (उपग्रह से भू-उपग्रह केन्द्र की ओर) निम्न होती है। इसका एक विशेष कारण है। अभिग्रहण आवृत्ति कम होने से मार्ग ह्रास कम होता है। प्रेपण आवृत्ति उच्च होने से एन्टेना की लब्धि बढ़ जाती है। अगर अभिग्रहण आवृत्ति प्रेपण आवृत्ति की अपेक्षा ज्यादा कर दी जाए तो मार्ग ह्रास बढ़ जाएगा जिसे पृथ्वी के भू-केन्द्र द्वारा संशोधित नही किया जा सकता। इसके अलावा अभिग्रहण आवृत्ति उच्च होने से भू-उपग्रह केन्द्र में प्रयोग होने वाले पैरामिट्रिक एम्प्लीफायर की कीमत भी बढ़ जाएगी तथा उच्च आवृत्ति में पैरामिट्रिक एम्प्लीफायर से अन्य इच्छित तकनीकी आंकड़ों का प्राप्त करना मुश्किल होगा।

5. संचार उपग्रहों की संरचना

संचार उपग्रहों की संरचना निश्चित करने के लिए अनेक बातों का ध्यान रखना पड़ता है। इनमें मुख्य बातें जिनका ध्यान रखना आवश्यक है, वे हैं एन्टेना, उपकरणों के रखने का स्थान, नोदन तंत्र, प्रमोचक यान के साथ इन्टरफेस, ऊंचाई नियंत्रण तंत्र तथा सौर व्यूह जिनमें सौर सेल लगे होते हैं। उपग्रहों का भार कम रखने के लिए सारे उपग्रह अल्यूमीनियम, टिटेनियम और मैगनीशियम की मिश्र धातु से बनाए जाते हैं। उपग्रहों की विभिन्न प्रकार की बनावट चित्र 11 और चित्र 12 में दिखाई गई है। उपग्रहों के ढांचे के निर्माण में प्रयुक्त मिश्र धातु की वेल्डिंग-दक्षता तथा वेल्डिंग तन्यता काफी अच्छी होती है। ढांचे के निर्माण में निष्क्रिय गैस आर्क वेल्डिंग का प्रयोग होता है। उपग्रह के निम्नलिखित भाग होते हैं :

1. दूरमिति/दूरादेश उपतंत्र
2. उपग्रह नियंत्रण उपतंत्र
3. नोदन उपतंत्र
4. विद्युत ऊर्जा उपतंत्र
5. ढांचा
6. तापीय नियंत्रण
7. संचार उपतंत्र











रसलैट ४







नवर 5



किसी उपग्रह को चालित करने के लिए यह जानना अत्यावश्यक है कि कक्षा में उपग्रह का स्वास्थ्य (उपग्रह का दाब, तापमान इत्यादि) कैसा है ? उपग्रह की स्थिति कहां है ? अगर उपग्रह अपनी वास्तविक स्थिति से थोड़ा आगे-पीछे है तो उसे भू-केन्द्र से सिगनल भेजकर वास्तविक स्थिति में लाया जाता है। पृथ्वी से भेजे गए सिगनल को दूरादेश कहते हैं तथा उपग्रह की स्वास्थ्य सम्बन्धी सूचना को, जो भू-केन्द्र पर अभिग्रहित की जाती है, दूरमिति कहते हैं।

उपग्रह नियंत्रण उपतंत्र उपग्रह की ऊंचाई तथा सन्तुलन को बनाए रखता है। इस उपतंत्र के माध्यम से उपग्रह की विभिन्न कक्षाओं में ऊचाई मालूम की जाती है। प्रमोचन के बाद विभिन्न एन्टेना तथा सौर व्यूह को खोलने का काम भी यही उपतंत्र करता है।

नोदन उपतंत्र में ईंधन के टैंक एवं थ्रस्टर होते हैं। थ्रस्टर दो प्रकार के होते हैं—हाइड्रोजन थ्रस्टर तथा विद्युततापीय थ्रस्टर। कक्षा में उपग्रह के विभिन्न प्रकार के स्थानान्तरणों को सम्पादित करने के लिए इन थ्रस्टरों का प्रयोग किया जाता है।

विद्युत ऊर्जा उपतंत्र में सौर सेलों की मदद से उपग्रह के लिए विद्युत ऊर्जा पैदा की जाती है।

उपग्रहों का ढांचा इस प्रकार का चुना जाता है कि वह प्रमोचक यान में फिट हो जाए।

विद्युत नियंत्रण तंत्र के द्वारा उपग्रह के अन्दर का तापमान नियंत्रित किया जाता है।

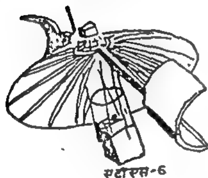
उपग्रहों का कक्षा में सन्तुलन

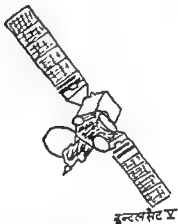
उपग्रहों का कक्षा में सन्तुलन बनाए रखने के लिए दो प्रकार की विधियां प्रयोग में लाई जाती हैं—



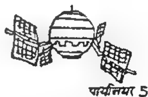












चित्र 12. विभिन्न प्रकार के उपग्रहों के आकार

(क) प्रचक्रण स्थिरीकरण

(ख) तीन-अक्षीय स्थिरीकरण

प्रथम तरीके में कक्षा में उपग्रह को उस अक्ष में प्रचक्रण कराते हैं, जिसमें जड़त्व आघूर्ण अधिकतम हो। इसके लिए जाइरो प्रभाव का प्रयोग किया जाता है। इस तरीके में उपग्रह लगातार अपनी अक्ष रेखा में घूमता रहता है।

द्वितीय तरीके में विघ्नकारक बल-आघूर्ण को सन्तुलित करने के लिए उपग्रह को तीन लांबिक अक्ष रेखाओं में अलग-अलग सन्तुलित किया जाता है।

6. अन्तरिक्ष के विद्युत ऊर्जा तंत्र

उपग्रह के अन्दर विभिन्न इलैक्ट्रानिकी उपकरणों को कार्यान्वित करने के लिए विद्युत ऊर्जा की आवश्यकता पड़ती है। कक्षा में पहुंचने के बाद पृथ्वी से प्राप्य विद्युत ऊर्जा का प्रयोग उपग्रह नहीं कर सकता। इसके लिए यह आवश्यक है कि उपग्रह में विद्युत ऊर्जा पैदा करने के लिए किसी अन्य तरीके का प्रयोग किया जाए।

उपग्रह के लिए विद्युत ऊर्जा पैदा करने के कई तरीके हैं। एक खास किस्म का विद्युत स्रोत प्रयोग करने के पहले यह जानना अति आवश्यक है कि उपग्रह का लक्ष्य क्या है ? उपग्रह की कक्षा क्या है ? उपग्रह के उपकरणों को कार्यशील करने के लिए कितनी विद्युत ऊर्जा की आवश्यकता है ? तथा उपग्रह का अनुमानित जीवन काल कितना होना चाहिए ? जिन अन्तरिक्ष यानों को थोड़े समय ही अन्तरिक्ष में रहना होता है, उनमें सामान्य प्रकार की बैटरी पर्याप्त होती है। काफी दिनों तक अन्तरिक्ष में रहने वाले यानों के लिए रेडियो आइसोटोपों या आणविक रिएक्टर ऊर्जा का प्रयोग ज्यादा लाभदायक होगा। मानवरहित भू-उपग्रहों के लिए सौर सेलों का प्रयोग काफी होने लगा है क्योंकि सौर सेल सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित कर देते हैं। लम्बे समय तक अन्तरिक्ष में रहने वाले यानों के लिए सौर सेल ज्यादा उपयुक्त होते हैं।

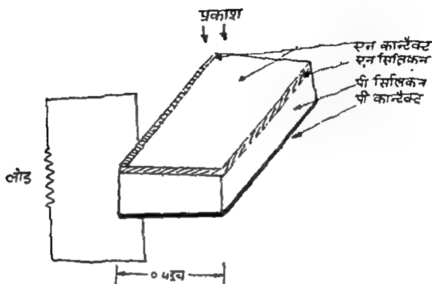
सौर ऊर्जा

पृथ्वी से 930 लाख मील की दूरी पर स्थित सूर्य, ऊर्जा का एक विशाल भंडार है। ऐसा अनुमान लगाया जाता है कि सूर्य से प्राप्त ऊर्जा का मान 40 लाख टन भार के किसी पदार्थ के प्रति सैकन्ड जलने के बराबर है। वह तरीका जिसके अन्तर्गत सूर्य ऊर्जा की इतनी बड़ी मात्रा को पैदा करने में सक्षम है, वह उस क्रिया से मिलता-जुलता है, जो अणु बम के विस्फोट के समय होती है। यह पदार्थ के सीधे ऊर्जा में बदलने के आइंस्टीन के नियम $E=mc^2$ से मिलती-जुलती है जहां,

E=ऊर्जा (जूल्स)
m=भार (कि० ग्रा०)
c=प्रकाश की शून्य में गति (मीटर प्रति सैकन्ड)

सूर्य की गर्मी के प्रयोग करने के तरीकों को सदियों से प्रयोग में लाया जाता रहा है। पुराने समय में मानव ने सूर्य की गर्मी को एक दर्पण में केन्द्रित करके कागज को जलाने का तरीका पता कर लिया था।

चूंकि अन्तरिक्ष में सूर्य ऊर्जा का अकेला स्रोत है, इसलिए यह नितान्त आवश्यक है कि इस ऊर्जा का प्रयोग करने वाले किसी तंत्र का पता लगाया जाए जो अन्तरिक्ष में कार्य कर सके। इस दिशा में इंजीनियरों तथा वैज्ञानिकों ने अनेकों साल लगाए। 1954 में सेमी कन्डक्टर की खोज के बाद इस क्षेत्र को एक नया रूप मिला, जिसके द्वारा सूर्य की ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदली जा सकती थी। इस प्रकार फोटो सुवाष्प तंत्र या सिलिकन क्रिस्टल सौर सेल का आविर्भाव हुआ। कुछ अन्य तरीकों, जैसे सौर-तापीय विद्युतीय और सौर-चल तंत्रों का भी पता लगाया गया।



चित्र 13. सौर सेल की संरचना

सौर सेल

सौर सेल सिलिकन या गैलियम आर्सेनाइड जैसे उच्च शुद्धता वाले सेमी कन्डक्टर पदार्थ से बनाया जाता है। इन पदार्थों के क्रिस्टल ढांचे में कुछ अशुद्धता मिला दी जाती है। संचार उपग्रहों में सामान्यतया उन सौर सेलों का प्रयोग किया जाता है, जिनमें .02 इंच मोटाई की शुद्ध सिलिकन का प्रयोग किया जाता है तथा आर्सेनिक या फास्फोरस की थोड़ी मात्रा अशुद्धता के रूप में मिला दी जाती है। इसे 'एन' प्रकार की सिलिकन कहते हैं, जिसमें परमाणुओं की अल्प सान्द्रता होती है, जिनका प्रकाश की उपस्थिति में आयनीकरण हो जाता है, जिसके कारण ऊर्जा चालक इलेक्ट्रॉन प्राप्त होते हैं। इसी प्रकार सिलिकन पदार्थ की दूसरी परत में बोरान अशुद्धता के रूप में मिलाकर 'पी' प्रकार की सिलिकन बनाई

जाती है। 'पी' और 'एन' प्रकार की सिलिकन से 'पी'—'एन' जंक्शन बनता है। इस प्रकार से 'पी'—'एन' सौर सेल बनता है, जैसा चित्र 13 में दिखाया गया है। निकिल की परत लगाकर विद्युत ऊर्जा लेने का प्रबन्ध किया जाता है।

जब सौर सेल के द्वारा सूर्य की ऊर्जा का शोषण किया जाता है तो प्रकाश में विद्यमान फोटॉन कुछ परमाणुओं का आयनीकरण कर देते हैं, जिसके कारण धनात्मक और ऋणात्मक आवेशों का सौर सेलों के अन्दर बहाव प्रारम्भ हो जाता है। धनात्मक आवेश 'पी' के अन्दर से तथा ऋणात्मक आवेश 'एन' के अन्दर से चलते हैं। इस प्रकार 'एन' पदार्थ का विद्युत विभव कम हो जाता है तथा 'पी' पदार्थ का बढ़ जाता है। यह क्रिया उदासीन सिलिकन में एक प्रकार का असंतुलन बना देती है, जिसके कारण चित्रानुसार कान्टेक्ट बिन्दुओं के आर-पार विद्युत विभव अन्तर पैदा हो जाता है। इन कान्टेक्ट बिन्दुओं के समानान्तर जब कोई विद्युत लोड लगा दिया जाता है तो धनात्मक और ऋणात्मक आवेश तब तक बहते रहते हैं जब तक एक सन्तुलित अवस्था नहीं आ जाती। इस प्रकार सौर ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदली जाती है।

चित्र में दिखाए गए विशेष सौर सेल का भार लगभग 0.1 औंस तथा .4 × .8 × .03 इंच के आकार का होता है तथा आने वाले सूर्य के प्रकाश के लिए 3 वर्ग इंच का क्षेत्रफल प्रदान करता है। सौर सेलों पर प्रयोगशाला में 25° सेन्टीग्रेड पर सम्पादित प्रयोगों से पता चलता है कि एक औसत सौर सेल से लगभग 11 मिलीवाट विद्युत ऊर्जा प्राप्त होती है। इसके लिए दीप्तिमान स्तर 100 मिलीवाट प्रति वर्ग सेन्टीमीटर ऊर्जा होता है।

उपग्रह बैटरी

जब उपग्रह कक्षा में रखा जाता है तो ऐसे अनेक अवसर आते

हैं जब पृथ्वी या चन्द्रमा के कारण उपग्रह को सूर्य से ऊर्जा प्राप्त नहीं हो पाती तथा ऐसे अवसर पर सौर-सेलों से विद्युत ऊर्जा प्राप्त नहीं होती है। इसके लिए उपग्रहों में संचयन बैटरियों का प्रयोग किया जाता है। ज्यादातर उपग्रहों में क्षारीय विद्युत-अपघट्य सेलों का प्रयोग किया जाता है, जिनमें निकल-कैडमियम इलेक्ट्रोड के तौर पर प्रयोग किया जाता है। प्रत्येक बैटरी की प्राप्य ऊर्जा 10 वाट घंटा प्रति पाउन्ड होती है। यह लगभग 10,000 बार चार्ज और डिसचार्ज की जा सकती है।

उपग्रह में सौर सेलों की स्थापना

उपग्रह में सौर सेलों के लगाने के कई तरीकों पर विचार किया गया। सौर सेलों की दक्षता बढ़ाने की दृष्टि से सबसे आसान तरीका यह है कि सौर सेलों को किसी ऐसे पैनल पर लगाया जाए जो लगातार सूर्य की ओर उन्मुख हो। सौर व्यूह में सौर सेल लगाने में कई बातों का ध्यान रखना पड़ता है क्योंकि यह उपग्रह की डिजाइन को प्रभावित करता है। सौर व्यूह ऐसे हों कि उन्हें प्रमोचन के पहले मोड़ के रखा जा सके, तथा प्रमोचन के बाद उन्हें अन्तरिक्ष में खोला जा सके।

सौर सेलों को उपग्रह के ढांचे में चारों ओर भी लगाया जा सकता है। पहले के उपग्रहों में इसी प्रकार का तरीका प्रयोग किया जाता रहा है। बाद में तीन अक्षीय भार सन्तुलित उपग्रहों में, जिनमें विद्युत ऊर्जा की ज्यादा आवश्यकता होती है, सौर व्यूह युक्त सौर सेलों का प्रयोग किया जाने लगा। उपग्रह के ढांचे मे चारों ओर सौर सेल लगाने से सौर सेलों की दक्षता कम हो जाती है।

7. उपग्रहों का अन्तरिक्ष में प्रमोचन

प्रमोचक यान

उपग्रहों को राकेटों द्वारा अन्तरिक्ष में भेजा जाता है। उपग्रह को अन्तरिक्ष में रखने के लिए बहुत अधिक ऊर्जा की आवश्यकता पड़ती है। अन्दाज के लिए इस ऊर्जा का मान उपग्रह के प्रति पौन्ड भार के लिए 50,000,000 फुट पौंड होता है, अगर उपग्रह समकालिक कक्षा में रखा जाए। प्रमोचक यान में ऑक्सीकारक के साथ ईंधन जलता है तथा दहन क्रिया को सम्पन्न करने के लिए उच्च-दाब पर उच्च-तापमान का प्रयोग किया जाता है। इससे प्रणोद पैदा होता है। प्रणोद एक शक्ति होती है जो राकेट की मोटर के द्वारा पैदा की जाती है। औसत प्रणोद और समय का गुणांक, जिसके दौरान राकेट कार्य करता है, पूर्ण आवेग कहलाता है। अगर किसी राकेट को जमीन से उठना है तो इसमें T प्रणोद पैदा करने की शक्ति होनी चाहिए, जोकि राकेट के भार W से अधिक है। इस तरह से प्राप्त त्वरण α इस प्रकार दर्शाया जा सकता है :

$$\alpha = \frac{T - W}{W/g}$$

जहां g गुरुत्वाकर्षण त्वरण है।

चूंकि राकेट में लगातार ईंधन जलता है, इसलिए इसका भार भी लगातार कम होता जाता है, जिसके फलस्वरूप त्वरण भी बढ़ता जाता है। राकेट जैसे-जैसे ऊँचाई की ओर अग्रसर होता है, वैसे-वैसे g का मान भी कम हो जाता है। इस प्रकार राकेट का औसत भार W_{av} ईंधन युक्त भार और खाली भार के जोड़ का आधा होगा। उस हालत में औसत त्वरण निम्न होगा,

$$\alpha_{av} = \frac{T - W_{av}}{W_{av}/g_{av}}$$

उस समय गति का मान होगा,

$$v = \alpha_{av}\, t$$

जहां t राकेट के जलने का समय है। ये समीकरण पूर्णतया सत्य नहीं हैं।

स्टेजयुक्त राकेट

विभिन्न कक्षाओं की ऊंचाई को देखते हुए ऐसा आभास होता है कि ऊंची कक्षा में उपग्रह भेजने के लिए बहु-स्टेजयुक्त राकेटों की आवश्यकता होती है। प्राप्य प्रणोद को मितव्ययिता से प्रयोग करने की दृष्टि से भी बहु-स्टेजी राकेटों का बहुत महत्त्व है।

विभिन्न प्रकार के प्रमोचक यान

संचार उपग्रहों को अन्तरिक्ष की समकालिक कक्षा में रखने के लिए शक्तिशाली बहुपदी राकेटों का प्रयोग किया जाता रहा है। इस शृंखला में डेल्टा, अटलस सेन्टोर, टिटान-III और स्पेस शटल मशहूर हैं। रूस प्रोटान नामक प्रमोचक यान का तथा

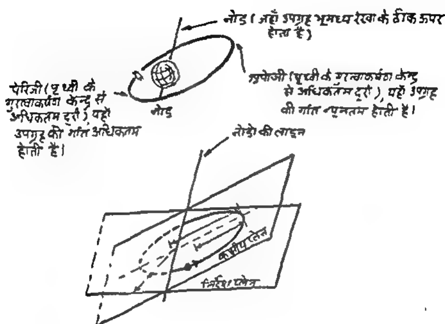
यूरोपियन अन्तरिक्ष एजेंसी एरियन राकेट का इस्तेमाल करती है। जापान ने एन-II प्रमोचक यान का निर्माण किया है। स्पेस शटल के अलावा बाकी सारे राकेटों का प्रयोग केवल एक बार ही किया जा सकता है, लेकिन स्पेस शटल को कई बार प्रयोग में लाया जा सकता है। इस प्रकार स्पेस शटल के प्रयोग से उपग्रह प्रमोचन की कीमत काफी कम हो रही है। भारत का इन्सैट-I बी स्पेस शटल-चैलेन्जर द्वारा अन्तरिक्ष में छोड़ा गया।

सामान्यतया सारे प्रमोचक यानों में द्रव एवं ठोस ईंधन की संयुक्त स्टेजों का प्रयोग होता है। यह सारे राकेट उपग्रह को 200 कि॰ मी॰ पेरिजी तथा 36,000 कि॰ मी॰ वाली अपोजी की ट्रांसफर कक्षा में रख देते हैं। टिटान-III सी राकेट की आखिरी स्टेज उपग्रह को आखिरी कक्षा में रखती है। स्पेस शटल उपग्रह को (नीतभार सहायक मॉडयूल के साथ) 260 कि॰ मी॰ की वृत्तीय कक्षा में छोड़ती है। समुचित भूमध्यीय मोड़ पर नीतभार सहायक मॉड्यूल प्रज्वलित होकर उपग्रह को 260 कि॰ मी॰ पेरिजी तथा 36,000 कि॰ मी॰ अपोजी की कक्षा में छोड़ देता है। उसके बाद अपोजी प्रज्वलन मोटर उपग्रह को वृत्तीय कक्षा में छोड़ देता है। विभिन्न प्रमोचक यानों का ब्यौरा सारणी-I में दिया गया है।

सारणी-I

विभिन्न प्रमोचक यान

प्रमोचक यान	नीतभार क्षमता (कि॰ग्रा॰)	संस्था/देश
1. डेल्टा 3910/पी. ए एम. डी.	600	नासा
2 डेल्टा 3920/पी. ए एम. डी.	650–700	नासा
3. स्पेस शटल/पी. ए एम. डी.	650–700	नासा



चित्र 14 पृथ्वी के सापेक्ष मे उपग्रह की कक्षा मे स्थिति निर्धारित करने के लिए आवश्यक कक्षीय पैरामीटर

4. अटलस सेन्टोर	960	नासा
5. स्पेस शटल/पी. ए एम. डी.	1,000	नासा
6. स्पेस शटल/आन्तरिक ऊपरि स्टेज	2,250	नासा
7. एरियन 1 से एरियन 3	1,000-1,500	यूरोपियन अंतरिक्ष एजेंसी
8. एरियन 4	2,200	यूरोपियन अंतरिक्ष एजेंसी

9. एन-II	350	जापान
10. एच-I	500	जापान
11. प्रोटान	2,000	सोवियत रूस
12. लांग मार्च-3	500	चीन

कक्षीय अवस्था के कुछ पैरामीटर

किसी उपग्रह की कक्षा में स्थिति तथा कक्षा की किस्म चित्र 14 में दिखाई गई है। नोड वे बिन्दु होते हैं, जिनमें कक्षा भूमध्य रेखीय प्लेन से गुजरती है। कक्षा के प्लेन भूमध्य रेखा के प्लेन को मिलाने वाली रेखा को नोड रेखा कहते हैं तथा दो प्लेनों के बीच के कोण को झुकाव कहते हैं। देशान्तर तथा आरोही कोण के साथ यह सारी सूचना उस प्लेन को पूर्ण रूप से परिभाषित कर देती है, जिसमें उपग्रह की कक्षा स्थित है। पृथ्वी से उपग्रह की न्यूनतम दूरी को पेरिजी तथा अधिकतम दूरी को अपोजी कहते हैं (चित्र 14)।

वृत्तीय कक्षा में गति

उपग्रह की वृत्तीय कक्षा में गति उपग्रह की गति से सम्बन्धित अपकेन्द्री बल तथा पृथ्वी और उपग्रह के बीच गुरुत्वाकर्षण खिचाव के बीच होने वाली अन्योन्य क्रिया के कारण होता है। अपकेन्द्री बल होगा,

$$m_s \frac{v^2}{d}$$

तथा गुरुत्वाकर्षण खिचाव होगा,

$$\frac{g\, m_e\, m_s}{d^2}$$

जहां,

v= उपग्रह की गति
m_e= पृथ्वी का भार
m_s= उपग्रह का भार
g= गुरुत्वाकर्षण त्वरण
d= पृथ्वी के भार के केन्द्र से उपग्रह के भार के केन्द्र की दूरी।

अगर अपकेन्द्री बल तथा गुरुत्वाकर्षण खिचाव को बराबर कर दिया जाय तो,

$$\frac{m_s \ v^2}{d} = \frac{g \ m_e \ m_s}{d^2}$$

तो,

$$v = \sqrt{\frac{g \ m_e}{d}}$$

राकेटों के अन्तरिक्ष में छोड़ने में प्रकृति का सहयोग

उपग्रह राकेट या अन्य कोई वस्तु जब अन्तरिक्ष में छोड़ी जाती है तो प्रकृति भी इसमें अपनी एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। कोई भी राकेट जब पृथ्वी से ऊपर जाता है तो पृथ्वी की गुरुत्वाकर्षण शक्ति के कारण उसकी गति 32 किलोमीटर प्रति सैकन्ड के हिसाब से कम हो जाती है। अगर समुचित नोदन के प्रयोग से राकेट की गति बढ़ा दी जाय तो राकेट पर पृथ्वी की गति का प्रभाव कम हो जाता है। प्रकृति के नियम के अनुसार यदि कोई वस्तु पृथ्वी से 8.04 कि० मी० प्रति सैकन्ड की गति से फेंकी जाय तो वह पृथ्वी के चारों ओर 235 कि० मी० की दूरी

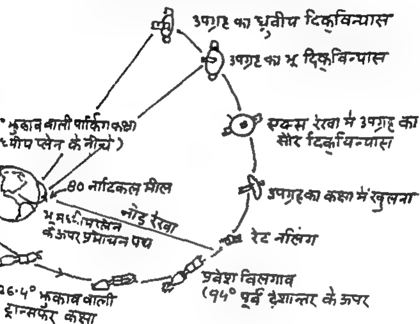
पर वृत्ताकार कक्षा में चक्कर लगाएगी। अगर यही गति बढ़ाकर 11.11 कि० मी० प्रति सेकन्ड कर दी जाय तो उपग्रह 27,400 कि०मी० की दूरी तक जा सकता है। 11.26 कि०मी० प्रति सैकन्ड की गति से फेंकी गई वस्तु पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण प्रभाव से बच सकती है।

यदि 7.91 कि०मी० प्रति सैकन्ड की गति से फेंकी गई वस्तु पृथ्वी के चारों ओर वृत्तीय कक्षा में घूमती है तो उसकी कक्षा को अंडाकार कक्षा में बदलने के लिए उसकी गति को बढ़ाना पड़ेगा।

प्रकृति का यह भी नियम है कि अन्तरिक्ष में रखा गया उपग्रह या कोई अन्य वस्तु गतिहीन अवस्था में नहीं रह सकती। जैसे-जैसे कक्षा की ऊंचाई बढ़ती जाती है वैसे-वैसे उपग्रह का पृथ्वी का एक चक्कर करने में समय बढ़ता जाता है। यदि कोई उपग्रह पृथ्वी से 36,000 कि०मी० की दूरी पर रखा जाय तो वह 11,000 कि० मी० प्रति घंटे की गति से पृथ्वी का चक्कर लगाएगा। इस अवस्था में इसकी गति तथा पृथ्वी की गति बराबर होती है। इस कक्षा को समकालिक कक्षा कहते हैं। उपग्रह को समकालिक कक्षा में रखने के लिए प्रयुक्त राकेट को भूमध्य रेखा के बहुत ही समीप स्थान से छोड़ा जाता है। इसका कारण यह है कि जब कोई राकेट भूमध्य रेखा के पूर्वी तरफ से छोड़ा जाता है तो प्रकृति के नियम के अनुसार उसकी गति में 450 मी० प्रति सैकन्ड की वृद्धि हो जाती है।

उपग्रहों को अन्तरिक्ष में छोड़ने का प्रमोचन क्रम

पृथ्वी से छोड़ने के बाद अधिकांश प्रमोचक यान उपग्रह को उच्चस्तरीय अंडाकार कक्षा में छोड़ देते हैं। इसलिए संचार उपग्रहों को, जो सामान्यतया समकालिक कक्षा में रखे जाते हैं, सम-



चित्र 15. ए० टी० एस-एफ उपग्रह का अन्तरिक्ष मे प्रमोचन

कालिक कक्षा में रखने के लिए अनेक प्रकार के प्रयास करने पड़ते हैं। राकेट से अलग होने के बाद उपग्रह की अपोजी लगभग 36,000 कि० मी० तथा पेरिजी 200 कि० मी० होती है। उसके बाद अप भू-वर्द्धक मोटर को प्रज्वलित करके पेरिजी 200 कि० मी० से 36,000, कि० मी० किया जाता है। उसके बाद अनेक प्रयोगों के बाद उपग्रह को समकालिक कक्षा में रखा जाता है। इसमें सौर व्यूह का खोलना भी शामिल होता है। पृथ्वी से छोड़ने

के बाद उपग्रह के समकालिक कक्षा में पहुंचने की सारी स्थितियां चित्र 15 में दिखाई गई हैं। प्रमोचन के बाद कक्षा में विभिन्न उपग्रहों का आवर्ती काल तथा कक्षा में गति सारणी-II में दिखाई गई है।

सारणी-II

उपग्रह की कक्षा में ऊंचाई तथा रैखिक गति

ऊंचाई (कि०मी०)	आवर्ती काल (घंटा : मि० : से०)	रैखिक गति (कि० मी०/सेकन्ड)
0	1 : 24 : 29	7.91
500	1 : 34 : 37	7.61
1,000	1 : 45 : 07	7.35
5,000	3 : 21 : 19	5.92
10,000	5 : 47 : 40	4.93
35,786	23 : 56 : 04	3.08

8. भू-उपग्रह केन्द्र

भू-उपग्रह केन्द्र उपग्रह संचार प्रणाली का एक महत्त्वपूर्ण अंग होता है। उपग्रह से प्राप्य निम्न पावर के सिगनल तथा पृथ्वी और उपग्रह के बीच विशाल दूरी के कारण भू-उपग्रह का अत्यधिक सूक्ष्मग्राही होना बहुत आवश्यक है।

पृथ्वी पर पहुंचने वाला वास्तविक सिगनल पावर फ्लक्स 10^{-14} वाट प्रति वर्ग मीटर होता है, जोकि बहुत ही अल्प पावर होती है, इसलिए यह बहुत आवश्यक है कि इस अल्प पावर के सिगनल को पहले संसूचित किया जाए तथा फिर प्रवर्द्धित किया जाए। भू-उपग्रह केन्द्र चित्र 16 में यह दिखाया गया है। भू-उपग्रह केन्द्र के निम्नलिखित भाग होते हैं :

(क) एन्टेना

एन्टेना भू-उपग्रह केन्द्र का एक बहुत ही महत्त्वपूर्ण अंग होता है। इसी के द्वारा भू-उपग्रह केन्द्र तथा उपग्रह के बीच सिगनल ऊर्जा का आदान-प्रदान वायुमण्डल के अन्दर होता है। उपग्रह संचार प्रणाली के लिए एक-दिशीय (यूनी डाइरेक्शनल) एन्टेना की आवश्यकता होती है क्योंकि उपग्रह संचार प्रणाली में सिग-नल को उपग्रह से उपग्रह भू-केन्द्र तक आने के लिए काफी लम्बी दूरी तय करनी पड़ती है। भू-उपग्रह केन्द्र में प्रयोग होने वाले एन्टेना अधिकांशतः परवलयाकार होते हैं। एन्टेना जितना बड़ा

होगा, उसकी लब्धि उतनी ही ज्यादा होगी, जिसके परिणाम-स्वरूप भू-उपग्रह केन्द्र का तकनीकी निष्पादन उतना ही अच्छा होगा। एन्टेना का वह भाग जहां से सिगनल ऊर्जा वातावरण में प्रवेश करती है या जहां पर वातावरण से ऊर्जा एन्टेना संस्थान में प्रवेश करती है, उसे निवेश तंत्र (फीड सिस्टम) कहते हैं।

(ख) एन्टेना का निवेश-तंत्र

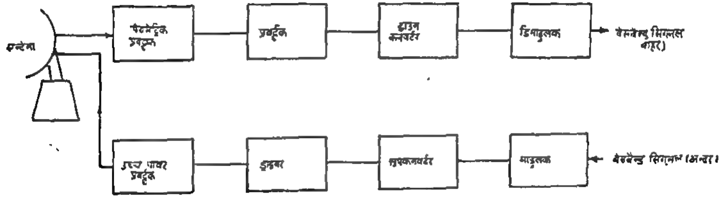
उपग्रह संचार प्रणाली में सामान्यतया निम्न दो प्रकार के निवेश तंत्र प्रयोग में लाए जाते हैं :

(1) कैसेग्रेन निवेश तंत्र
(2) नाभि प्रमुख निवेश तंत्र (प्राइम फोकस फीड)

कैसेग्रेन एन्टेना में निवेश तंत्र परवलय के वर्टेक्स में स्थित होता है, जबकि नाभि प्रमुख एन्टेना में निवेश तंत्र एन्टेना की नाभि पर स्थित होता है। इन दो प्रमुख प्रकार के एन्टेना संस्थानों में कैसेग्रेन एन्टेना तकनीकी दृष्टि से काफी लाभदायक होता है। यांत्रिक दृष्टि से भी निवेश तंत्र का वर्टेक्स में लगाना तथा उसका रख-रखाव ज्यादा आसान होता है। इसके अलावा कैसेग्रेन एन्टेना संस्थान में सिगनल ऊर्जा का एंटेना से बाहर बिखराव कम होता है। इस प्रकार के एन्टेना में तरंग पथक (वेव गाइड) की कम लम्बाई का प्रयोग करना पड़ता है, जिससे कि सिगनल का ह्रास कम होता है।

(ग) एन्टेना का आरोपण

संचार प्रयोग के लिए एन्टेना का आरोपण निम्न दो प्रकार से किया जाता है :



चित्र 16. भू-उपग्रह केन्द्र के विभिन्न उप-संस्थान

(1) एक्स-वाई आरोपण
(2) एजिमुथ-एलीवेशन आरोपण

एक्स-वाई आरोपण में सीमित नभ-कवरेज सम्भव होती है जबकि एजिमुथ-एलीवेशन आरोपण में पूर्ण नभ-कवरेज सम्भव है।

(घ) एन्टेना को घुमाने का सर्वो संस्थान

एंटेना को घुमाने के लिए सर्वो संस्थान का प्रयोग किया जाता है। यह सर्वो संस्थान दो प्रकार के होते हैं :

(1) बंद परिपथ सर्वो संस्थान
(2) खुला परिपथ सर्वो संस्थान

सर्वो संस्थान स्वचालित, मैनुअल एवं प्रोग्राम मोड में काम करता है।

(च) माडुलक एवं विमाडुलक

माडुलक एवं विमाडुलक सिगनल को एक अवस्था से दूसरी अवस्था में परिवर्तित कर देते है। माडुलक संदेश तरंग को ऊंची तरंग कैरियर के ऊपर पहना देता है जिसके माध्यम से संदेश तरंग लम्बी दूरियों तक जा सकती है। विमाडुलक का कार्य माडुलक के कार्य से सर्वथा भिन्न होता है। माडुलक प्रेषण साइड में तथा विमाडुलक अभिग्रहण साइड में प्रयोग होता है।

(छ) अप कनवर्टर एवं डाउन कनवर्टर

भू-उपग्रह केन्द्र में ये उपकरण तरंग परिवर्तन का कार्य करते हैं। अप कनवर्टर प्रेषण साइड में होते हैं तथा डाउन कनवर्टर अभिग्रहण साइड में होते हैं।

(ज) उच्च पावर प्रवर्धक

अप कनवर्टर से आने वाली उच्च स्तरीय तरंग के पावर स्तर को उच्च पावर प्रवर्धक बढ़ा देते हैं तथा उसके बाद उसे वायुमण्डल में विकिरण के लिए एन्टेना की ओर भेज देते हैं। उच्च पावर प्रवर्धक में ट्रेवेलिंग-वेव ट्यूब एवं क्लाइस्ट्रान का प्रयोग किया जाता है।

(झ) पैरामिट्रिक प्रवर्धक

यह एक बहुत ही सूक्ष्मग्राही प्रवर्धक है। यह अभिग्रहण कार्य में एन्टेना के निवेश तंत्र के तुरन्त बाद लगा होता है। उपग्रह से आने वाले सिगनल को प्रवर्धित करके यह उसे डाउन कनवर्टर में भेज देता है।

9. प्रथम एवं अन्तर्राष्ट्रीय उपग्रह

प्रथम उपग्रह

4 अक्टूबर, 1957 को रूस के द्वारा छोड़ा गया उपग्रह स्पुतनिक-1 विश्व का पहला अन्तरिक्ष उपग्रह था। अमेरिका ने 31 जनवरी, 1958 को एक्सप्लोरर-1 छोड़कर अन्तरिक्ष युग में प्रवेश किया। एक्सप्लोरर-1 में 3,000 मील की दूरी तक संदेश पहुंचाने की क्षमता थी। इसके द्वारा राष्ट्रपति आइजनहोवर का क्रिसमस बधाई संदेश अमेरिका के कई स्थानों को प्रसारित किया गया। इसके उपरान्त 1960 में अमेरिका ने पहला निष्क्रिय उपग्रह इको-1 छोड़ा। यह निष्क्रिय उपग्रह 100 फुट व्यास के गुब्बारे की आकृति का था। यह पृथ्वी के भू-केन्द्रों से आने वाली विद्युत चुम्बकीय किरणों को पृथ्वी की ओर परावर्तित कर देता था। 1964 में इको-2 भी छोड़ा गया तथा इससे विभिन्न प्रकार के संचार प्रयोग किए गए।

उपग्रह संचार प्रणाली का व्यावसायिक मूल्यांकन 1962 में नासा ने टेलीस्टार-1 उपग्रह अन्तरिक्ष में छोड़कर किया। इस उपग्रह के द्वारा पहला सार्थक प्रेषण अमेरिका और यूरोप के बीच किया गया। टेलीस्टार-2 और नासा के अन्य उपग्रहों—रिले-1 और रिले-2 ने उपग्रह संचार प्रणाली की प्रतिष्ठा और भी बढ़ाई।

1963 में सिकम-1 उपग्रह ने संचार के क्षेत्र में एक नया अध्याय प्रारम्भ किया। इसके बाद सिकम-2 और सिकम-3 उपग्रह भी अन्तरिक्ष में छोड़े गए। सिकम-4 उपग्रह के द्वारा टोकियो में हुए खेलों का सीधा प्रसारण अमेरिका के लिए किया गया।

अन्तर्राष्ट्रीय उपग्रह

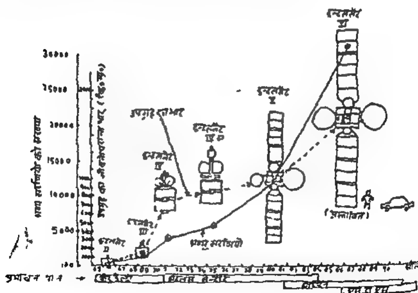
उपग्रह संचार प्रणाली के बढ़ते महत्त्व के कारण 1964 में इन्टेलसैट नामक एक अन्तर्राष्ट्रीय संस्था स्थापित हुई। आरम्भ में इस संस्था के 11 सदस्य थे, लेकिन आज इस संस्था के लगभग 102 देश सदस्य हैं। यह संस्था सदस्य देशों को उपग्रह सेवा प्रदान करती है। कोई भी देश जो उपग्रहों की कीमत तथा उपग्रहों को अन्तरिक्ष में छोड़ने की कीमत इस संस्था को देता है, वह इस संस्था का सदस्य हो सकता है।

इन्टेलसैट संस्था ने 6 अप्रैल, 1965 को पहला व्यावसायिक उपग्रह इन्टेलसैट-1 छोड़ा। इसमें 240 (दोनों ओर से) टेलीफोन सरणियों के भेजने और प्राप्त करने की क्षमता थी। 26 अक्टूबर, 1966 को इन्टेलसैट-2 छोड़ा गया, लेकिन यह कक्षा में जाने में सफल नहीं हो सका। 1967 में इन्टेलसैट-2 श्रेणी के तीन उपग्रह छोड़े गए जो सफल रहे। इन्टेलसैट-3 ने उपग्रह की संचार क्षमता में और भी वृद्धि की।

इन्टेलसैट-4 शृंखला का पहला उपग्रह 26 जनवरी, 1971 को छोड़ा गया। इसमें 3,000 से 9,000 टेलीफोन या 12 टेलीविजन सरणियों की क्षमता थी। इस शृंखला का दसवां उपग्रह 26 मई, 1977 को अन्तरिक्ष में छोड़ा गया। इस समय इन्टेलसैट-4 श्रेणी के 6 उपग्रह विभिन्न सदस्य देशों के बीच संचार व्यवस्था बनाए हुए हैं।

इन्टेलसैट-5 शृंखला का पहला उपग्रह 6 दिसम्बर, 1980 को

छोड़ा गया। इसमें 12,500 टेलीफोन तथा 2 टेलीविजन सरणियों की क्षमता है। संदेश भेजने और प्राप्त करने के निमित्त सामान्यतया उपग्रह के लिए 4,000 / 6,000 मेगासाइकिल के तरंग बैंड का भी प्रयोग इस उपग्रह की विशेषता है। इस शृंखला का पांचवां उपग्रह 28 सितम्बर, 1982 को छोड़ा गया। कुल मिलाकर इस शृंखला के 9 उपग्रह प्रस्तावित हैं। इन्टेलसैट उपग्रहों का क्रमानुसार आविर्भाव चित्र 17 में दिखाया गया है। विभिन्न इन्टेलसैट उपग्रहों का विवरण सारणी-III में दिया गया है।



चित्र 17. इन्टेलसैट उपग्रहों का आविर्भाव—भूत, वर्तमान और भविष्य

सारणी संख्या-III

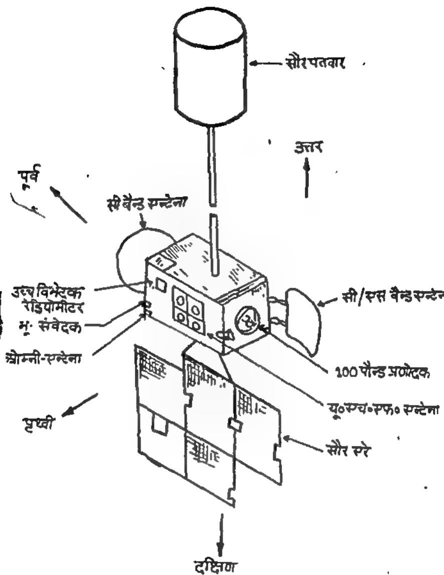
	इन्टेलसैट I	इन्टेलसैट II	इन्टेलसैट III	इन्टेलसैट IV	इन्टेलसैट IVए	इन्टेलसैट V
1. अन्तरिक्ष में छोड़ने का वर्ष	1965	1967	1968	1971	1975	1980
2. उपग्रह का व्यास (मीटर)	0.73	1.4	1.4	2.40	2.4	2.0
3. उपग्रह की ऊंचाई (मीटर)	0.59	0.67	1 04	5.3	5.3	15.7
4. उपग्रह को अन्तरिक्ष में ले जाने वाले राकेट का नाम	थोर-डेल्टा	थोर-डेल्टा	अटलस सेन्टोर	अटलस सेन्टोर	अटलस सेन्टोर	अटलस सेन्टोर
5. टेलीफोन सरणियों की क्षमता	240	240	1,200	4,000	6,000	12,000
6. उपग्रह का अनुमानित जीवन-काल (वर्ष)	1.5	3	5	7	7	7
7. उपग्रह का कक्षा में भार (कि०ग्रा०)	39	83	127	700	790	967

10. 'इनसैट-1' परियोजना

'इनसैट-1' भारतीय अन्तरिक्ष विभाग, डाक-तार विभाग, भारतीय मौसम विभाग तथा सूचना एवं प्रसारण मंत्रालय के दूर-दर्शन विभाग की एक संयुक्त परियोजना है। 1977 के मध्य में भारत सरकार ने इस परियोजना की स्वीकृति दी। इस परि-योजना के अनुसार दो उपग्रह—इनसैट-1 ए और इनसैट-1 बी, भारतीय संचार उपयोग के लिए क्रमश: 1982 एवं 1983 में अन्त-रिक्ष में छोड़े गए। अन्तरिक्ष खंड का कार्य पूरा कराने का तथा रख-रखाव का उत्तरदायित्व अन्तरिक्ष विभाग का है। अमेरिकी कम्पनी फोर्ड एरोस्पेस कारपोरेशन ने इनसैट उपग्रहों का निर्माण किया है। 'इनसैट-1' को अन्तरिक्ष में रखने की सुविधा अमेरिकी अन्तरिक्ष संस्था 'नासा' ने प्रदान की। डाक-तार विभाग पर 'इनसैट-1' प्रणाली के दूर-संचार सम्बन्धी उपयोग की जिम्मेदारी है। परियोजना के मौसम विज्ञान सम्बन्धी उपयोग की जिम्मे-दारी भारतीय मौसम विभाग की है। 'इनसैट-1' प्रणाली के राष्ट्रीय स्तर पर टेलीविजन एवं रेडियो सम्बन्धी उपयोग का उत्तरदायित्व सूचना एवं प्रसारण मंत्रालय पर है।

भारत का उपग्रह संचार का तकनीकी अनुभव

इनसैट-1 परियोजना प्रारम्भ होने तक भारत निम्नलिखित प्रायोगिक उपग्रह कार्य प्रणालियों से अवगत हो चुका था—



चित्र 18. इनसैट-1 बी उपग्रह का विन्यास

एन्टेना शुरू में बन्द रहता है तथा कक्षा में पहुंचने के बाद खुल जाता है। 1.4 मीटर का वृत्तीय परावर्तक 6,0(0 मेगाहर्ट्ज के सभी सिगनल (टेलीविजन एवं संचार सिगनल) पृथ्वी से प्राप्त करता है तथा प्राप्त सिगनलों में से आधे सिगनल 4,000 मेगाहर्ट्ज में परिवर्तित करके पृथ्वी की ओर भेजता है। 1.5×1.6 मीटर का परावर्तक बाकी बचे हुए 4,000 मेगाहर्ट्ज के सिगनल तथा 2,500 मेगाहर्ट्ज के सिगनल पृथ्वी की ओर भेज देता है।

2. भू-खण्ड संस्थान

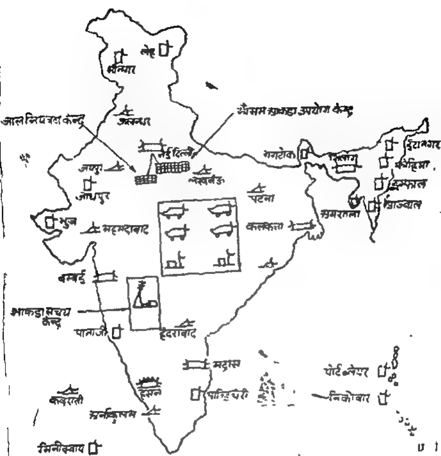
इनसैट परियोजना के अन्तर्गत भारतीय डाक-तार विभाग ने 35 भू-केन्द्रों का निर्माण किया है। इनमें से 5 बड़े केन्द्र, 8 मध्य श्रेणी के केन्द्र, 16 सुदूर क्षेत्रीय केन्द्र, 4 गतिशील तथा 2 जीप में लगे हुए आपातकालीन केन्द्र होंगे। इन आपातकालीन केन्द्रों का आकार इतना छोटा है कि आवश्यकता पड़ने पर इनके संचार उपकरण वायुयान द्वारा एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाए जा सकें। परियोजना के अन्तर्गत प्रयोग होने वाले केन्द्रों की स्थिति चित्र 19 में दिखाई गई है। तकनीकी तौर पर ये केन्द्र तीन श्रेणियों में रखे जा सकते हैं :

(क) 31.7 डी० बी० प्रति डिग्री केल्विन फिगर आफ मेरिट के केन्द्र;

(ख) 25.7 डी० बी० प्रति डिग्री केल्विन के केन्द्र; और

(ग) 19.7 डी० बी० प्रति डिग्री केल्विन के केन्द्र।

डी० बी० प्रति डिग्री केल्विन किसी भी अभिग्राही भू-केन्द्र की अभिग्रहण प्रतिभा प्रदर्शित करता है। इस आंकड़े का मान जितना ज्यादा होगा, अभिग्रहण भू-केन्द्र की कार्यशीलता उतनी ही अच्छी होगी।



चित्र 19. इनसट परियोजना का भूखण्ड संस्थान

पांच बड़े भू-केन्द्रों (31.7 डी० बी० प्रति डिग्री केल्विन) की स्थापना बम्बई, कलकत्ता, मद्रास, दिल्ली एवं शिलांग में की गई है। इनमें टेलीफोन ट्रंक एवं सुदूर क्षेत्रीय संचार सुविधा के अलावा दूरदर्शन कार्यक्रमों के प्रेषण की भी सुविधा है। इसके अलावा दिल्ली का मौसम विभाग दिल्ली भू-केन्द्र से मौसम सम्बन्धी सूचनाएं भी प्राप्त करता है। शिलांग भू-केन्द्र में इनसैट-1 के सभी उपग्रहों को एक साथ प्रयोग करने के लिए दो एन्टेना है। 8 मध्यम श्रेणी के भू-केन्द्रों (25.7 डी० बी० प्रति डिग्री केल्विन) की स्थापना उत्तर में जलंधर, मध्य भारत में लखनऊ, पटना, भुवनेश्वर, अहमदाबाद, जयपुर, दक्षिण में हैदराबाद और अर्नाकुलम में की गई है। 16 सुदूर क्षेत्रीय केन्द्रों (19.7 डी० बी० प्रति डिग्री केल्विन) की स्थापना श्रीनगर, इम्फाल, अगरतला, गंगटोक, भुज, जोधपुर, पणजी, पांडिचेरी, मिनिकाय, इटानगर, लेह, पोर्ट ब्लेयर, कोहिमा, ऐजवल, कार-निकोबार तथा कवरती में हुई है। परियोजना के 6 गतिशील भू-केन्द्रों में से चार (19.7 डी० बी० प्रति डिग्री केल्विन) में टेलीफोन तथा टेलीविजन की सुविधा है, तथा बाकी दो केन्द्रों का प्रयोग आपातकालीन परि-स्थितियों में सचार के लिए किया जा रहा है।

इनके अलावा अन्तरिक्ष विभाग ने कर्नाटक के पास हसन जिले में इनसैट-1 की प्रधान नियंत्रण सुविधा (मास्टर कन्ट्रोल फैसिलिटी, एम० सी० एफ०) के लिए एक केन्द्र बनाया है। इसमें 14 मीटर के पूर्णतया कर्णनीय दो एन्टेना है। एम० सी० एफ० के लिए अबाध सप्लाई का प्रयोग किया गया है। यह केन्द्र इनसैट-1 के सभी उपग्रहो की गतिविधियों का अवलोकन तथा नियत्रण करता है।

'इनसैट' परियोजना के उपयोग

इनसैट-1 संस्थान के राष्ट्रीय उपयोग निम्नलिखित श्रेणियों में विभाजित किए जा सकते है :

1. दूर संचार

इनसैट-1 संस्थान (दोनों ओर से) 8,000 टेलीफोन चैनल की क्षमता प्रदान करेगा। दूर संचार की इतनी बड़ी क्षमता निम्नलिखित परिस्थितियों में लाभदायक सिद्ध होगी :

(क) लम्बी दूरियों में तथा प्राकृतिक संकट में जब सामान्य संचार लाइनें अस्त-व्यस्त हो गई हों।

(ख) भौगोलिक दृष्टि से पहुंच के बाहर के क्षेत्रों में तथा आपात काल में संचार-व्यवस्था स्थापित करने के लिए।

2 मौसम सम्बन्धी उपयोग

मौसम सम्बन्धी अनेक सूचनाएं प्राप्त करने में इनसैट उपग्रह निम्नलिखित महत्त्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है :

(क) चौबीसों घंटे प्रति आधा-आधा घंटे में मौसम प्रणालियों के संक्षिप्त पर्यवेक्षण, जिसमें भारत के सीमित भू-भाग के ऊपर और इसके निकट के स्थान एवं समुद्रीय क्षेत्रों में चक्रवात, समुद्री सतहों और बादलों के ऊपर का तापमान, जल-निकायों, हिम इत्यादि का मानचित्रण भी शामिल है।

(ख) केन्द्रीय आंकड़ा संसाधन केन्द्र को उपस्थित निरपेक्ष सुदूर स्वचालित आंकड़ा सकलन प्लेटफार्म से मौसम विज्ञान सम्बन्धी एवं जल विज्ञान सम्बन्धी आकड़ एकत्र करना।

(ग) चक्रवातों, बाढ़ों आदि से आसन्न आपदाओं को समय रहते चेतावनी और कृषि एवं अन्य उद्देश्यों के लिए मौसम विज्ञान

सम्बन्धी सूचना प्रसारित करना।

3. रेडियो एवं दूरदर्शन

रेडियो एव दूरदर्शन सम्बन्धी निम्नलिखित सुविधाएं भी सम्भव होंगी :

(क) ग्रामीण एवं सुदूर क्षेत्रों के द्वारा दूरदर्शन कार्यक्रमों का सीधा अभिग्रहण।

(ख) स्थानीय दूरदर्शन ट्रान्समीटरों का राष्ट्रीय जाल-कार्य।

(ग) रेडियो एवं दूरदर्शन कार्यक्रम प्रसारण।

भारत के लिए इनसैट-1 एक बहुत ही महत्त्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है। देश के अन्दर इनसैट-1 संस्थान के विस्तार के साथ साथ ऐसी उम्मीद है कि देश की दूरदर्शन एवं संचार सम्बन्धी संस्थाएं धीरे-धीरे उपग्रह संचार प्रणाली को सामान्य संचार प्रणाली की तरह अपना लेंगी।

अन्तरिक्ष विज्ञान शब्दावली

ए बी. एम. (अप-भू वर्धक मोटर)

दीर्घवृत्तीय कक्षा से वृत्तीय कक्षाओं में उपग्रह के परिवर्तन के लिए उपग्रह को अपेक्षित वेग वृद्धि प्रदान करने वाला एक राकेट मोटर। जब उपग्रह दीर्घवृत्तीय कक्षा में अप-भू की ओर होता है तो यह वेग वृद्धि प्रदान की जाती है। इसलिए इसे अप-भू वर्धक मोटर कहा गया है।

एप्पल

एरियन पैसेंजर नीतभार परीक्षण एप्पल अन्तरिक्ष यान नामक भारत के प्रथम स्वदेशी भू-स्थायी संचार उपग्रह को कौरु, फ्रेंच गियाना से यूरोपियन अन्तरिक्ष एजेंसी के एरियन प्रमोचक राकेट की तृतीय विकासात्मक उड़ान द्वारा जून 19, 1981 को छोड़ा गया था। एप्पल 120° पूर्व देशांतर पर छोड़ा गया था। इस परीक्षण का अभिकल्प भू-स्थायी संचार उपग्रहों के अभिकल्प, विकास, संविरचन, जांच तथा मूल्यांकन, प्रमोचन-पूर्व प्रचालनों, प्रमोचन-पश्च/कक्षा अन्तरण, कक्षीय प्रबन्ध और उपयोग के लिए किया गया था। एप्पल अन्तरिक्ष यान के प्रमोचन का उद्देश्य भारत के द्वारा भावी स्वदेशी उपग्रहों, इन्सैट-II सहित, के उपयोग की संभावनाओं का पता लगाना था।

ए. पी. एस. यू.

सहायक नोदन प्रणाली यूनिट, बंगलौर।

एरियन

यूरोपियन अन्तरिक्ष एजेंसी का उपग्रह प्रमोचक राकेट।

ए एस एल. वी.

संवर्धित एस. एल. वी., यह पृथ्वी के निकट की कक्षाओं में लगभग 150 किलोग्राम भार के नीतभारों को भेजने की क्षमता सहित और तीव्रवर्धक सहित वर्तमान एस. एल. वी.-3 का एक आयोजित संवर्धित रूपान्तर है।

खगोल भौतिकी

यह खगोल विज्ञान की एक शाखा है, जिसमें खगोलीय पिण्डों की दीप्ति, आकार, द्रव्यमान, सघनता, तापमान और रासायनिक संयोजन जैसी भौतिक क्रियाओं का अध्ययन किया जाता है।

भास्कर-I

भारत के प्रथम प्रायोगिक भू-प्रेक्षण उपग्रह को सोवियत अन्तरिक्ष अड्डे से सोवियत इन्टर कॉस्मॉस राकेट में रखकर जून 7, 1979 को छोड़ा गया था। भास्कर-I, जिसने दो वर्ष की अवधि के लिए भारतीय उपमहाद्वीप तथा इसके आसपास के क्षेत्रों पर सुदूर संवेदन सबंधी आंकड़ों को एकत्र करने का अपना मिशन पूरा किया था, को मई 1981 में बन्द कर दिया गया।

भास्कर-II

भारत के द्वितीय प्रायोगिक भू-प्रेक्षण उपग्रह को सोवियत अन्तरिक्ष अड्डे से नवम्बर 20, 1981 को छोड़ा गया था। भास्कर-II उपग्रह, भास्कर-I का एक संशोधित रूपान्तर है तथा इसने दो टी. वी. कैमरों और तीन माइक्रोवेव रेडियोमीटरों के इस्तेमाल द्वारा भास्कर-I द्वारा शुरू किए गए भारत के प्राकृतिक संसाधनों और भू-भाग के सुदूर सवेदन के कार्य को जारी रखा। उपग्रह प्रत्येक 95 मिनट में पृथ्वी की परिक्रमा करता है।

सी. बैण्ड

4.0 और 8.0 हर्त्स के बीच की आवृत्ति बैण्ड। भारतीय अन्त-

रिक्ष अनुसंधान संगठन ने सी. बैण्ड राडारों का विकास करके इन्हें अनुवर्तन सम्बन्धी प्रयोजनों के लिए श्रार में स्थापित किया।

सी. एन ई एस

सेन्टर नेशनल डी० एच्यूड्स स्पेशियल्स नामक फ्रांस की राष्ट्रीय अन्तरिक्ष एजेंसी।

कॉस्मिक किरणें

अत्यन्त उच्च ऊर्जा वाले उप आण्विक कण, जो सौर परिवार में संचरण करते है, तथा सभी दिशाओं से पृथ्वी पर प्रवलवेग से उतरते है।

डी. सी पी.

आंकड़ा संकलन प्लेटफार्म।

डेल्टा

भू-स्थायी कक्षा में 1000 किलोग्राम भार के उपग्रह को छोड़ने में सक्षम एक अमरीकी प्रमोचक राकेट। इन्सैट-I ए अन्तरिक्ष यान को छोड़ने के लिए इस राकेट का इस्तेमाल किया गया।

डी एफ. वी. एल. आर.

ड्यूश्च फार्स-चुग्स-उन्ड-वसुंसंसटाल्ट फर लुफ्त रोम्फर्ट-अन्तरिक्ष अनुसंधान से सम्बन्धित पश्चिमी जर्मनी की एजेंसी।

डी. आर. एस.

सीधे अभिग्राही सैट, जिन्हें इन्सैट प्रणाली के अन्तर्गत देश में चुने हुए क्षेत्रों में दूरदर्शन कार्यक्रम ग्रहण करने के लिए इस्तेमाल किया जाता है।

एफ ए सी. सी.

सयुक्त राज्य अमरीका की फोर्ड एयरो स्पेस एण्ड कम्यूनिकेशन्स कार्पोरेशन, जो इन्सैट-I अन्तरिक्ष यान के ठेकेदार है।

फाइबर प्रबलित प्लास्टिक्स

यह एक उच्च शक्ति का, हल्के वजन का मिश्रित द्रव्य है,

जिसमें विभिन्न द्रव्यों प्रायः शीशे द्वारा प्रबलित एक प्लास्टिक द्रव्य शामिल होता है। यह कई उपयोगों में पारम्परिक द्रव्यों का स्थान धीरे-धीरे ले रहा है। एस. एल. वी. के तृतीय तथा चतुर्थ खण्डों का निर्माण फाइबर प्रबलित प्लास्टिक्स से किया गया है।

भू-स्थायी उपग्रह

वह उपग्रह जो पृथ्वी पर निर्दिष्ट किसी भी बिन्दु पर स्थिर दिखाई देता है। पृथ्वी के ऊपर लगभग 36,000 किलोमीटर की भूमध्य रेखीय कक्षा में उपग्रह को छोड़कर और पृथ्वी के चारों ओर उपग्रह की घूमने की गति को, पृथ्वी के अपने अक्ष में घूमने की गति के समकालिक बनाकर यह स्थिति प्राप्त की जाती है। भू-स्थायी उपग्रह संचार के लिए इस्तेमाल किए जाते हैं, क्योंकि इनके एन्टेनाओं को पृथ्वी के किसी नियत क्षेत्र की ओर अभिमुख करके रखा जा सकता है। एप्पल अन्तरिक्ष यान और इन्सैट-1 भू-स्थायी उपग्रह हैं।

हिपफिट

यह फ्लाइट दूरमिति पर हिन्दुस्तान एयरोनॉटिक्स लिमिटेड भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन की एक परियोजना है, जिसे इस समय क्रियान्वित किया जा रहा है। यह एक दूरमिति प्रणाली है, जिसे वायुयानों और हेलीकॉप्टरों की उड़ान जांच के दौरान मापित स्टेशन प्राचलों को सम्प्रेषित और संसाधित करने के लिए अभिकल्पित किया गया है।

आई. एम ए पी.

भारतीय मध्य वायुमंडल कार्यक्रम। 10 और 100 किलोमीटर की ऊंचाई के बीच वायुमंडल में होने वाली भौतिकी तथा रसायनिक परिघटनाओं और प्रक्रियाओं के अन्वेषण के लिए वैज्ञानिक अनुसंधान के क्षेत्र में यह एक राष्ट्र-व्यापी सहकारी उद्यम है। अन्तरिक्ष विभाग के अलावा, कई अन्य राष्ट्रीय

एजेंसियां भी इस कार्यक्रम में भाग ले रही हैं।

जड़त्वीय मार्गदर्शन प्रणाली

यह राकेट के अन्तर्गत एक स्वतः पूर्ण प्रणाली है, जोकि राकेट द्वारा एक बार पृथ्वी की सतह छोड़ देने पर पृथ्वी से कोई सम्पर्क नही रखती।

इन्सेट

भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह इन्सैट प्रणाली लम्बी दूरी की टेली-फोनी, सतत मौसम विज्ञानीय भू-पर्यवेक्षण, संकट की चेतावनी तथा दूरदर्शन का सीधा प्रसारण और कार्यक्रम वितरण के लिए भू-स्थायी कक्षा में बहु-प्रयोजनीय उपग्रहों का इस्तेमाल करेगी।

आयनमंडल

पृथ्वी के ऊपरी वायुमंडल का क्षेत्र, जहां गैसों का कुछ भाग आयनित हो जाता है। इस क्षेत्र में रेडियो तरंगों के 'परावर्तन' का प्रभाव होता है, अतः इससे लम्बी दूरी का संचार सुसाध्य बन जाता है।

आई. पी. आई.

भारतीय फोटो अर्थ निर्वचन संस्थान, देहरादून। प्राकृतिक संसाधनों की तालिका और सर्वेक्षण कार्य को तीव्रता और मित-व्ययिता से करने के लिए तथा उच्चतम कोटि की विश्वसनीयता को भी सुनिश्चित करने के लिए फोटो अर्थ निर्वचन की तकनीकों में प्रशिक्षण प्रदान करने के लिए नीदरलैण्ड की सरकार के सह-योग से भारतीय सर्वेक्षण विभाग के तत्वावधान के अन्तर्गत 1966 में आई. पी. आई. की स्थापना की गई थी। जुलाई 1976 में आई पी. आई. राष्ट्रीय सुदूर संवेदन एजेंसी का भाग बन गया।

आई. आर. एस.

अर्ध-प्रचालनात्मक भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह श्रृंखलाओं

जिसमें विभिन्न द्रव्यों प्रायः शीशे द्वारा प्रबलित एक प्लास्टि
द्रव्य शामिल होता है। यह कई उपयोगों में पारम्परिक द्रव्यों
स्थान धीरे-धीरे ले रहा है। एस. एल. वी. के तृतीय तथा च
खण्डों का निर्माण फाइबर प्रबलित प्लास्टिक्स से किया गया है

भू-स्थायी उपग्रह

वह उपग्रह जो पृथ्वी पर निर्दिष्ट किसी भी बिन्दु पर
दिखाई देता है। पृथ्वी के ऊपर लगभग 36,000 किलोमीटर
भूमध्य रेखीय कक्षा में उपग्रह को छोड़कर और पृथ्वी के
ओर उपग्रह की घूमने की गति को, पृथ्वी के अपने अक्ष में
की गति के समकालिक बनाकर यह स्थिति प्राप्त की जात
भू-स्थायी उपग्रह संचार के लिए इस्तेमाल किए जाते है,
इनके एन्टेनाओं को पृथ्वी के किसी नियत क्षेत्र की ओर अ
करके रखा जा सकता है। एप्पल अन्तरिक्ष यान और
भू-स्थायी उपग्रह हैं।

हिपफिट

यह फ्लाइट दूरमिति पर हिन्दुस्तान एयरोनॉटिक्स
भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन की एक परिय
जिसे इस समय क्रियान्वित किया जा रहा है। यह एक
प्रणाली है, जिसे वायुयानों और हेलीकॉप्टरों की उड़ा
दौरान मापित स्टेशन प्राचलों को सम्प्रेषित और संसा
के लिए अभिकल्पित किया गया है।

आई. एम. ए पी.

भारतीय मध्य वायुमंडल कार्यक्रम। 10 और 10
मीटर की ऊंचाई के बीच वायुमंडल में होने वाली
रसायनिक परिघटनाओं और प्रक्रियाओं के
वैज्ञानिक अनुसंधान के क्षेत्र में यह एक राष्ट्री
उद्यम है। अन्तरिक्ष विभाग के अलावा,

ग्रह है, जो 900 किलोमीटर की ऊंचाई पर ध्रुवीय कक्षा में घूम रहा है। इस उद्देश्य पृथ्वी के संसाधनों का सुदूर संवेदन करना है। अमरीका के साथ किए गए एक करार के अन्तर्गत भारत संसाधनों के सर्वेक्षण से सम्बन्धित विभिन्न प्रयोजनों के लिए लैण्डसैट प्रतिबिम्बकों का प्रयोग कर रहा है। हैदराबाद के निकट राष्ट्रीय सुदूर संवेदन एजेंसी द्वारा एक लैण्डसैट आंकड़ा अभिग्रहण केन्द्र को स्थापना की गई है।

एम. सी. एफ.

कर्णाटक के हसन में इन्सैट-1 के लिए प्रधान नियंत्रण सुविधा। इस सुविधा में दो स्वतन्त्र उपग्रह नियंत्रण भू-केन्द्र हैं, जिसमें भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा सप्लाई किया गया एक पूर्णतया कर्णनीय 14 मीटर व्यास का एन्टेना और अबाध विद्युत उपकरण सहित एक आपातोपयोगी विद्युत प्रणाली और उपग्रह नियंत्रण केन्द्र, जिसके लिए उपकरण अन्तरिक्ष यान के ठेकेदार एफ. ए. सी. सी. (संयुक्त राज्य अमेरिका) द्वारा सप्लाई किए गए हैं, शामिल है।

मोनेक्स

प्रथम ग्लोबल वायुमण्डलीय अनुसंधान कार्यक्रम परीक्षण के अन्तर्गत मानसून परीक्षण एक अन्तर्राष्ट्रीय कार्यक्रम है, जोकि दक्षिणी चीन सागर, हिन्द महासागर, अरब सागर और बंगाल की खाड़ी में दिसम्बर, 1978, जनवरी, 1979 और मई-अगस्त 1979 के दौरान मानसून संचरण के पर्यवेक्षण करने के लिए किया गया था। भारत इस कार्यक्रम में भारतीय मौसम-विज्ञान विभाग के माध्यम से भाग ले रहा है।

एम० एस० एस०

बहु-स्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक। यह एक पांच चैनल का क्रमवीक्षक है, जिसे भारतीय अन्तरिक्ष अनुसधान संगठन ने सुदूर संवेदन में

में यह प्रथम उपग्रह है, जिसे 1986 में छोड़ा जाना है। आई. आर. एस -1 के संरूपण का विकास कर लिया है। नीतभार में तीन रैखिक प्रतिबिम्बन स्वतः क्रमवीक्षण संवेदक (लिस) कैमरे होंगे, जिनमें से एक कैमरे का त्रिविम विभेदन 70 मीटर और 140 किलोमीटर का स्वैथ होगा तथा दूसरे का त्रिविम विभेदन 40 मीटर का होगा और तीसरे में संयुक्त रूप में 180 किलोमीटर का स्वैथ होगा।

आईजक

इसरो उपग्रह केन्द्र, बंगलौर।

इस्ट्रैक

इसरो दूरमिति, अनुवर्तन तथा आदेश संचार जाल। भारत की अन्तरिक्ष परियोजनाओं, जिसमें आयभट्ट, एस. ई. ओ., एस. एल. वी., आर. एस.-1 और एप्पल शामिल हैं, के अनुवर्तन, आंकड़ा अर्जन तथा अन्तरिक्ष यान के नियंत्रण प्रचालन के लिए यह एक भू-अवलम्बक जाल है। इन केन्द्रों की स्थापना शार, त्रिवेन्द्रम, अहमदाबाद, कवलूर और कार निकोबार में की गई है।

जे. ई. पी.

संयुक्त परीक्षण कार्यक्रम। इस सहयोगी कार्यक्रम में, अन्तरिक्ष विभाग के साथ-साथ कृषि तथा सिंचाई और खान, रसायन तथा पेट्रोलियम मंत्रालय, विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी विभाग और कर्णाटक एवं गुजरात की सरकारें तथा अन्य विविध संस्थान भाग ले रहे हैं। इन परीक्षणों का उद्देश्य कृषि, वानिकी, खनिज तथा पेट्रोलियम की खोज इत्यादि के क्षेत्रों में भू-संसाधनों के प्रबन्ध में उपग्रह आधारित सुदूर संवेदन तकनीकों के इस्तेमाल का प्रदर्शन करना है।

लेंडसैट

यह संयुक्त राज्य अमरीका का एक सूर्य समकालिक उप-

ग्रह है, जो 900 किलोमीटर की ऊंचाई पर ध्रुवीय कक्षा में घूम रहा है। इस उद्देश्य पृथ्वी के संसाधनों का सुदूर सवेदन करना है। अमरीका के साथ किए गए एक करार के अन्तर्गत भारत संसाधनों के सर्वेक्षण से सम्बन्धित विभिन्न प्रयोजनों के लिए लैण्डसैट प्रतिबिम्बकी का प्रयोग कर रहा है। हैदराबाद के निकट राष्ट्रीय सुदूर संवेदन एजेंसी द्वारा एक लैण्डसैट आंकड़ा अभिग्रहण केन्द्र की स्थापना की गई है।

एम. सी. एफ.

कर्णाटक के हसन में इन्सैट-1 के लिए प्रधान नियंत्रण सुविधा। इस सुविधा में दो स्वतन्त्र उपग्रह नियंत्रण भू-केन्द्र है, जिसमें भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा सप्लाई किया गया एक पूर्णतया कर्णनीय 14 मीटर व्यास का एन्टेना और अबाध विद्युत उपकरण सहित एक आपातोपयोगी विद्युत प्रणाली और उपग्रह नियंत्रण केन्द्र, जिसके लिए उपकरण अन्तरिक्ष यान के ठेकेदार एफ. ए. सी. सी. (संयुक्त राज्य अमेरिका) द्वारा सप्लाई किए गए हैं, शामिल है।

मोनेक्स

प्रथम ग्लोबल वायुमण्डलीय अनुसंधान कार्यक्रम परीक्षण के अन्तर्गत मानसून परीक्षण एक अन्तर्राष्ट्रीय कार्यक्रम है, जोकि दक्षिणी चीन सागर, हिन्द महासागर, अरब सागर और बंगाल की खाड़ी में दिसम्बर, 1978, जनवरी, 1979 और मई-अगस्त 1979 के दौरान मानसून संचरण के पर्यवेक्षण करने के लिए किया गया था। भारत इस कार्यक्रम में भारतीय मौसम-विज्ञान विभाग के माध्यम से भाग ले रहा है।

एम० एस० एस०

बहु-स्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक। यह एक पांच चैनल का क्रमवीक्षक है, जिसे भारतीय अन्तरिक्ष अनुसधान संगठन ने सुदूर संवेदन में

वायुयान सर्वेक्षणों में इस्तेमाल के लिए विकसित किया है। इसमें चार चैनल तो प्रत्यक्ष बैण्ड में हैं, तथा एक चैनल तापीय बैण्ड में है। यह स्वदेशी रूप में अभिकल्पित, विकसित और निर्मित अपने प्रकार का प्रथम क्रमवीक्षक है।

नासा

संयुक्त राज्य अमरीका का राष्ट्रीय वैमानिकी तथा अन्तरिक्ष प्रशासन वह एजेंसी है, जो उस देश में अन्तरिक्ष अनुसंधान के लिए जिम्मेदार है।

एन० आर० एस० ए०

राष्ट्रीय सुदूर संवेदन एजेंसी, हैदराबाद।

ओ० एच० फोटोग्राफी

मध्यमण्डल में विद्यमान ओ० एच० अणुओं से कुछ स्पेक्ट्रमी उत्सर्जनों के दिक्स्थान से फोटोग्राफी। मध्यमण्डल में तरंग-गतियों के अध्ययन के लिए इसका इस्तेमाल किया जा सकता है।

पी० सी० एम०

स्पंद कोड मॉडुलन।

प्लाज्मा

तटस्थ कणों, आयनित कणों और उन्मुक्त इलेक्ट्रानों से मिश्रित एक विद्युत चालकीय गैस, लेकिन जो कुल मिलाकर विद्युत के प्रति उदासीन हो।

ध्रुवीय कक्षा

उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव क्षेत्रों को पार करने वाले कृत्रिम उपग्रह के लिए कक्षा। ऐसी कक्षा, उपग्रह को पृथ्वी की सतह से सभी बिन्दुओं का क्रमवीक्षण करने की आज्ञा देती है। सुदूर संवेदन प्रचालनों में यह विशेष रूप में उपयोगी है। भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह ध्रुवीय कक्षा में छोड़ा जाएगा।

पी० आर० एल०

भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, अहमदाबाद।

पी० एस० एल० वी०

ध्रुवीय एस० एल० वी०-1 भू-प्रेक्षण उपग्रहों को] ध्रुवीय कक्षाओं अर्थात् 90° के झुकाव वाली कक्षाओं में स्थापित करने वाला एक प्रमोचक राकेट। पी० एस० एल० वी० ध्रुवीय कक्षाओं में लगभग 1000 किलोग्राम भार के नीतभारों को छोड़ने में सक्षम होगा।

सुदूर सवेदन

सुदूर संवेदन वह प्रक्रिया है, जिससे किसी पदार्थ के वास्तविक सम्पर्क में आए बिना उस पदार्थ को प्रकृति के लक्षणों का पता लगाया जाता है। भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन के सन्दर्भ में वायु-जनित और अन्तरिक्ष प्लेटफार्मों से पृथ्वी के प्राकृतिक और नवनीय साधनों के सर्वेक्षण से है। सुदूर संवेदन तकनीक, इस तथ्य पर आधारित है कि प्रत्येक पदार्थ के अपने लाक्षणिक विकिरण होते हैं। ये पदार्थ विविध आयतित विकिरणों को इस प्रकार प्रतिबिम्बित करते हैं, जोकि भिन्न-भिन्न पदार्थ के लिए भिन्न-भिन्न है। इन विकिरणों तथा परावर्तकताओं को वायुयानों, बेलूनों अथवा उपग्रहों में ले जाए जाने वाले विविध प्रकार के संवेदकों से जाना जा सकता है। विभिन्न प्रकार की वनस्पति, मृदा, जल तथा खनिज निक्षेपों की विकिरण को अपनी अलग पद्धतियां हैं, तथा संवेदक इन्हें एक को दूसरे से पृथक कर सकता है। चाक्षुप फोटो निर्वचन और संगणक आंकड़ा संसाधन तकनीकों को, संवेदकों द्वारा निर्मित प्रतिबिम्बिकियों के इस्तेमाल से विविध संसाधनों और भू-उपयोग पद्धतियों के परिशुद्ध मानचित्रण में नियोजित किया जाता है।

आर० एच० 125

भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा विकसित 125 मिलीमीटर व्यास का एक खण्डीय राकेट।

आर० एच०-200

भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा मोनेक्स कार्यक्रम के लिए विशेष रूप से विकसित 200 मिलीमीटर के बूस्टर व्यास का दो खण्डीय राकेट।

आर० एच०-300

भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा विकसित 300 मिलीमीटर व्यास का एक खण्डीय राकेट।

आर० एच०-560

इस समय भारत का सबसे बड़ा दो खण्ड वाला राकेट है। इसके प्रथम खण्ड में 560 मिलीमीटर व्यास का राकेट होता है और द्वितीय खण्ड में एक बार आर० एच०-300 अथवा इसके बराबर व्यास का राकेट होता है।

आर० एस०-1

रोहिणी उपग्रह-1, एक प्रौद्योगिकी नीतभार है, जिसे जुलाई 18, 1980 को एस० एल० वी०-3 की द्वितीय सफल प्रायोगिक उड़ान में छोड़ा गया था। आर० एस०-1 का मुख्य उद्देश्य राकेट के कार्यनिष्पादन का मूल्यांकन करना था तथा यह उद्देश्य पूरा करने के बाद जुलाई 24, 1981 के पृथ्वी के वायुमंडल में पुनः प्रवेश कर गया।

आर० एस० डी०-1

एस० एल० वी०-3 डी-1 राकेट में मई 31, 1981 को छोडा गया आर० एस०-1 का एक विकासात्मक रूपान्तर है। यद्यपि मूल रूप में इसका कक्षीय जीवन 90 दिनों [illegible] सम्भावना थी, लेकिन यह प्रमोच[illegible] दिनों के [illegible] 'पुनः०ग

में पुनः प्रवेश कर गया। एस० एल० वी० 3 डी-1 राकेट द्वारा अपेक्षाकृत निम्न ऊंचाई पर उपग्रह को छोड़ने के परिणामस्वरूप इसका कक्षीय जीवन कम हो गया।

अ० उ० के०

अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद।

एस० ए० ए० आर०

सांश्लेषिक द्वारक राडार, जो अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र द्वारा विकसित किया जा रहा है। यह स्लार से अच्छा है।

एस० बैण्ड

इसकी आवृत्ति 2.04 जी० हर्त्स की है। 2.0 जी० हर्त्स के आस-पास की आवृत्ति में गांगेय और वायुमण्डलीय कोलाहल कम से कम होता है। इसके परिणामस्वरूप इस बैण्ड का प्रयोग अधिक से अधिक दूरमिति और गहन अन्तरिक्ष संचार में किया जाता है।

एस० ई० ओ०

भू-प्रेक्षण उपग्रह। भास्कर-I और भास्कर-II इसके उदाहरण हैं।

शार

शार केन्द्र, आन्ध्र प्रदेश।

स्लार

अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र द्वारा विकसित पार्श्व अवलोकन वायुयान वाहित राडार।

एस० एल० वी०-3

उपग्रह प्रमोचक राकेट। यह भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन का एक चार खण्डीय पूर्ण ठोस प्रणोदक वाला राकेट है। एस० एल० वी० की द्वितीय प्रायोगिक उड़ान अर्थात् एस० एल० वी० (ई)-02 शार से जुलाई 18, 1980 को सफलतापूर्वक की

गई। इसने आर० एस०-1 नामक 40 किलोग्राम भार के प्रौद्योगिकीय उपग्रह को कक्षा में स्थापित किया।

एस० एल० वी०-3 (डी)-1

1981 को छोड़ा गया एस० एल० वी०-3 का प्रथम विकासात्मक रूपान्तर। इसकी प्रमोचन-पश्च गतिविधियां उस समय समाप्त हो गईं, जबकि इसमें रखा आर० एस० डी०-1 उपग्रह प्रमोचन के नौ दिनों बाद पृथ्वी के वायुमंडल में पुनः प्रवेश कर गया। प्रमोचन-पश्च विश्लेषणों से पता चला है कि प्रमोचक राकेट द्वारा निर्धारित ऊंचाई की अपेक्षा उपग्रह को निम्न ऊंचाई पर छोड़े जाने के कारण आर० एस० डी०-1 का कक्षीय जीवन कम हो गया।

अन्तरिक्ष शटल

संयुक्त राज्य अमरीका का एक पुनः प्रयोजनीय प्रमोचक राकेट, जिसका विकास अन्तरिक्ष कार्यक्रमों के लिए किया गया है। अन्तरिक्ष शटल फ्लाइट प्रणाली में, मुख्य राकेट इंजिनों सहित एक आर्बिटर, द्रव ऑक्सीजन/द्रव हाइड्रोजन प्रणोदक के लिए बाह्य टंकी और दो ठोस राकेट वर्धकों के साथ-साथ प्रमोचक और उतरने की प्रणालियां शामिल हैं। अपने मुख्य इंजिनों और दो ठोस राकेट वर्धकों सहित आर्बिटर वापस आ जाता है और इसे कई अन्य मिशनों के लिए बार-बार इस्तेमाल किया जा सकता है। प्रत्येक उड़ान के दौरान अन्तरिक्ष शटल में पृथ्वी के निकट की कक्षा में 29,500 किलोग्राम भार के नौतभारों को छोड़ने की क्षमता है।

परिज्ञापी राकेट

ऊपरी वायुमण्डलीय अन्तरिक्ष अथवा पृथ्वी का अनुसंधान करने वाला राकेट। सामान्यतया, ये राकेट इससे कुछ सौ किलोमीटर की ऊंचाई तक लगभग ऊर्ध्व उड़ान के लिए छोड़े जाते

हैं। भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा बनाए गए आर० एच० शृंखला के राकेट परिज्ञापी राकेट हैं।

स्प्रोब

शार में स्थित ठोस प्रणोदक अन्तरिक्ष बूस्टर संयंत्र।

स्टार्स

उपग्रह अनुवर्तन तथा सर्वेक्षण केन्द्र, कवलूर।

यू० डी० एम० एच०

असममित डिमेथाइल हाइड्रैजीन, राकेटों के लिए एक द्रव ईंधन।

वी० एच० एफ०

30 और 300 मेगासाइकलों के बीच की अत्यन्त उच्च आवृत्ति।

वी० एच० आर० आर०

अत्यन्त उच्च विभेदक रेडियोमीटर। यह एक उपकरण है, जोकि मौसमविज्ञानी परिघटनाओं से सम्बन्धित उच्च विभेदन चित्रों का निर्माण कर सकता है। इन्सैट-1 अन्तरिक्ष यान को अत्यन्त उच्च विभेदक रेडियोमीटर से सज्जित किया गया है।

वि० सा० अं० के०

विक्रम साराभाई अन्तरिक्ष केन्द्र, त्रिवेन्द्रम।

अन्तरिक्ष विज्ञान के अंग्रेजी शब्द

Acceleration	त्वरण
Accuracy	यथार्थता
Active Satellite	सक्रिय उपग्रह
Activity	सक्रियता
Aerial	आकाशी
Aerodynamic	वायुगतिक
Airborne	यानवाहित
Alignment	सरेखण
Amplification	प्रवर्द्धन
Amplitude	आयाम
Angle	कोण
Antenna	एन्टेना
Apogee	अपोजी
Antenna Efficiency	एन्टेना दक्षता
Antenna Gain	एन्टेना लब्धि
Astronomy	खगोल विज्ञान
Attitude	अभिवृत्ति
Attitude Control	अभिवृत्ति नियंत्रण
Axis of Thrust	प्रणोद अक्ष
Bandwidth	बैन्ड चौड़ाई
Baseband	बेसबैन्ड
Beamwidth	किरण पुंज विस्तार
C-Band	सी-बैन्ड
Centre of Gravity	गुरुत्व केन्द्र
Centre of Thrust	प्रणोद केन्द्र

अन्तरिक्ष विज्ञान के अंग्रेज़ी शब्द

Acceleration	त्वरण
Accuracy	यथार्थता
Active Satellite	सक्रिय उपग्रह
Activity	सक्रियता
Aerial	आकाशी
Aerodynamic	वायुगतिक
Airborne	यानवाहित
Alignment	संरेखण
Amplification	प्रवर्द्धन
Amplitude	आयाम
Angle	कोण
Antenna	एन्टेना
Apogee	अपोजी
Antenna Efficiency	एन्टेना दक्षता
Antenna Gain	एन्टेना लब्धि
Astronomy	खगोल विज्ञान
Attitude	अभिवृत्ति
Attitude Control	अभिवृत्ति नियंत्रण
Axis of Thrust	प्रणोद अक्ष
Bandwidth	बैन्ड चौड़ाई
Baseband	बेसबैन्ड
Beamwidth	किरण पुंज विस्तार
C-Band	सी-बैन्ड
Centre of Gravity	गुरुत्व केन्द्र
Centre of Thrust	प्रणोद केन्द्र

Centrifugal Force	अपकेन्द्री बल
Centripetal Force	अभिकेन्द्री बल
Channel	सरणी, चैनल
Channel Capacity	सरणी क्षमता, चेनल क्षमता
Command	दूरादेश
Communication	सचार
Communication System	सचार तत्र
Communication Satellite	संचार उपग्रह
Constant	नियत
Data	आंकड़ा
Demodulator	डिमाडुलक
Detection	संसूचन
Doppler Effect	डाप्लर-प्रभाव
Dummy Load	डमी लोड
Dual Beam	द्वैत किरण पुज
Duplexer	द्वैधक
Early Bird	अर्ली बर्ड
Earth	भू, पृथ्वी
Earth Observation	भू-प्रेक्षण
Earth Satellite	भू-उपग्रह
Earth's Equatorial Plane	भूमध्य रेखोय समतल या प्लेन
Earth's Atmosphere	भू वायुमंडल
Efficiency	दक्षता
Electromagnetic Wave	विद्युत चुम्बकीय तरंग
Electromagnetic Spectrum	विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम
Emission	उत्सर्जन

Environment	पर्यावरण
Equatorial	भूमध्य रेखीय
Escape Velocity	बचाव गति
Feed System	निवेश तंत्र
Figure of Merit	दक्षतांक
Focal Length	फोकस दूरी
Force of Gravity	गुरुत्व बल
Frequency	आवृत्ति
Frequency Selection	आवृत्ति चयन
Frequency Noise	आवृत्ति रव
Frequency Stability	आवृत्ति स्थायित्व
Fuel	इंधन
Geo-Synchronus Satellite	भू तुल्यकाली उपग्रह
High Resolution	उच्च विभेदक
Infrared	इन्फ्रारेड, अवरक्त
Ionosphere	आयन मंडल
Launching	प्रमोचन
Launch Pad	प्रमोचन मंच
Launch Vehicle	प्रमोचन यान
L-Band Modulator	एल-बैन्ड माडुलक
Liquid Propellant	द्रव नोदन
Propulsion System	नोदन तंत्र
Microwave	सूक्ष्म तरंगो
Noise	रव
Noise Temperature	रव ताप
Orbit	कक्षा

Polarization	ध्रुवण
Parametric Amplifier	पैरामेट्रिक प्रवर्द्धक
Parking Orbit	पार्किंग कक्षा
Perigee	पेरिजी
Parabolic Antenna	परवलयाकार एन्टेना
Passive Satellite	निष्क्रिय उपग्रह
Period	आवर्त काल
Propagation	संचरण
Receiver	अभिग्राहक
Remote Sensing	सुदूर संवेदन
Repeater	रिपीटर, मध्यस्थ
Resolution	वियोजन, विभेदन
Retro Rocket	पश्च गतिक राकेट
Rocket Thrust	राकेट प्रणोद
Satellite Acquisition	उपग्रह अधिग्रहण
Satellite Beacon	उपग्रह बीकन
Signal Processing	सिगनल संसाधन
Signal-to-Noise Ratio	सिगनल रव अनुपात
Space Ship	अन्तरिक्ष यान
Synchronus Orbit	समकालिक कक्षा
Telecommand	दूरादेश
Telemetry	दूरमिति
Three Axis Body Stabilized	तीन अक्षीय भार सन्तुलित
Tracking	अनुवर्तन
Transfer Orbit	ट्रांसफर कक्षा
Transmitter	प्रेषक
Upper	उपरि

सन्दर्भ-सूची

1. 'कामसैंट गाइड टु दी इन्टेलसैट सैटेलाइट सिस्टम्स', 1983.
2. 'प्रोपेगेशन ऑफ रेडियोवेव्स', एम० डोलखनोव, मीर पब्लिशर्स, मास्को 1971.
3. 'सैटेलाइट कम्युनिकेशन्स टेक्नॉलोजी,' सम्पादक के० मिया, के डी डी इंजीनियरिंग एण्ड कन्सल्टिंग, आई० एन० सी०, टोक्यो, जापान।
4. डेविड बेकर, 'सैटेलाइट मार्केट्स एण्ड दी इन्श्योरेंस कम्युनिटी' कम्युनिकेशन्स इन्टरनेशनल, जिल्द 9, नम्बर 11, नवम्बर 1982.
5. ओ० पी० एन० कल्ला, एम० एल० हसीजा, काली शंकर, जी० पी० सिंह, 'राईजिंग ट्रेन्ड्स आफ सैटेलाइट कम्यु-निकेशन इन इण्डिया,' आ० ई० टी० ई० के कम्युनिकेशन सिम्पोजियम में पठित, कलकत्ता, मई, 1980.
6. ओ० पी० एन० कल्ला, एम० एल० हसीजा, काली शंकर, 'भारत में आयोजित उपग्रह गोष्ठियां', विज्ञान परिषद अनु-सन्धान पत्रिका, अप्रैल 1983.
7. काली शंकर, 'उपग्रह संचार—एक परिचय', दी जर्नल ऑफ दी इंस्टीट्यूशन ऑफ इंजीनियर्स (इंडिया), जिल्द 61, खण्ड एच० आई० 1., अगस्त 1980.
8. जान ई० मिलर, 'ए० टी० एस०-6 टैलीविजन रिले यूजिंग स्माल टर्मिनल्स एक्सपेरीमेन्ट' आई० ई० ई० ई० ट्रान्स, एरोस्पेस एन्ड इलेक्ट्रानिक सिस्टम्स, नवम्बर 1975.
9. 'कम्युनिकेशन सैटेलाइट्स,' जार्ज ई० मुलर एवं युगेन आर० स्पेन्गलर, जान विली एण्ड सन्स, न्यूयार्क।
10. 'स्पेशल इशू ऑन सैटेलाइट कम्युनिकेशन,' प्रोसीडिंग्स आ०

ई० ई० ई०, जिल्द 65, नम्बर 3, मार्च 1977.

11. एच० ई० क्यूटिस, 'इन्टरफेरेंस बिटवीन सैटेलाइट कम्युनिकेशन सिस्टम्स,' बेल सिस्टम टेक्निकल जर्नल, 41, 921, मई 1962।
12. जी० ई० मुलर, 'एप्रेग्मेटिक अप्रोच टु स्पेस कम्युनिकेशन्स' प्रोसीडिंग आ० आर० ई०, 48, 558, अप्रैल 60.
13. जी० ई० मुलर, 'सैटेलाइट्स फार एरिया कम्युनिकेशन्स' एस्ट्रोनाटिक्स एरोस्पेस इंजीनियरिंग, 1, 66, मार्च 63.
14. एन०पंत, 'अर्थ स्टेशन फार साइट' स्पेस, जिल्द 2, नं०3,1976.
15. डी० गार्डन, 'एप्लीकेशन ऑफ ट्रान्सपोर्टेबुल अर्थ स्टेशन,' सैटेलाइट कम्युनिकेशन, जिल्द 5, नं० 6, जून 1981.
16. 'कम्युनिकेशन सैटेलाइट्स 1978 से 1983', वाल्टर जे०मोर्गन, इन्टरनेशनल कान्फ्रेंस आन कम्युनिकेशन।
17. एडविन बी० पार्कर, 'कम्युनिकेशन सैटेलाइट्स फार रूरल डेवलपमेंट,' टेलीकम्युनिकेशन पालिसी, जिल्द 2, नं० 4, दिसम्बर 1978.
18. 'कम्युनिकेशन सैटेलाइट्स—सिस्टम्स एंड टेक्नॉलोजी,' टेलीकम्युनिकेशन, जिल्द 7, नं० 11, नवम्बर 73.
19. 'डोमेस्टिक सैटेलाइट सर्विसेज फार इण्डिया,' ए० बी० यू० टेक० रिव्यू, नं० 65, नवम्बर 71.
20. ओ० पी० एन० कल्ला, 'सैटेलाइट कम्युनिकेशन इन इण्डिया,' इलेक्ट्रानिक्स फार यू, जिल्द 11, नं० 5, मई 1979.
21. ओ० पी० एन० कल्ला, 'सैटेलाइट कम्युनिकेशन इन इण्डिया : ओरीजिन एन्ड ग्रोथ' इलेक्ट्रानिक्स रिव्यू, मार्च 20, 1982.
22. यू० आर० राव, 'स्पेस कम्युनिकेशन्स', जर्नल ऑफ दी इंस्टीट्यूशन ऑफ इलेक्ट्रानिक्स एण्ड टेलीकम्युनिकेशन इंजीनियर्स, जिल्द 28, नं० 5, मई 1982.



लेखक-परिचय

श्री ओ॰ पी॰ एन॰ कल्ला

श्री ओ॰ पी॰ एन॰ कल्ला ने क्रमशः 1960 एवं 1961 में बिरला इंजीनियरिंग कालेज, पिलानी, से बी॰ ई॰ एवं एम॰ ई॰ की उपाधियां प्राप्त कीं। 1962 से लेकर 1970 तक वे परमाणु ऊर्जा प्रतिष्ठान तथा इनकास्पर के लिए अनुसंधान एवं विकास के कार्यों में संलग्न रहे। 1970 में आप इसरो के माइक्रोवेव विभाग के अध्यक्ष नियुक्त किए गए तथा क्षोभ मंडल एवं उपग्रह संचार के लिए प्रयुक्त एन्टेना निवेश तंत्र के विकास के लिए उत्तरदायी थे। ए॰ टी॰ एस॰-6 उपग्रह को प्रयोग करके 1975 एवं 1976 के दौरान 13/18 मेगाहर्त्स मिलीमीटर वेव प्रसारण के लिए प्रमुख अनुसन्धाता रहे। एक प्रमुख वैज्ञानिक की हैसियत से भास्कर-I एवं भास्कर-II उपग्रहों के आवश्यक नीतिभार-उपग्रह माइक्रोवेव रेडियोमीटर (समीर) के विकास के लिए आप उत्तरदायी थे।

1977 से आप भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन के अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद, में उपग्रह संचार क्षेत्र के उपनिदेशक के पद पर कार्य कर रहे हैं। सिम्फोनी उपग्रह को प्रयोग करके 1977-1979 के दौरान सम्पन्न उपग्रह दूरसंचार प्रयोग परियोजना (स्टेप) के आप परियोजना निदेशक थे। आप इसरो की ओर से संयुक्त राष्ट्र विकास कार्यक्रमों एवं अन्तर्राष्ट्रीय दूरसंचार संघ समर्थित विभिन्न परियोजनाओं के परियोजना निदेशक हैं। एप्पल संचार ट्रान्सपान्डर समन्वय समिति के चेयरमैन

की हैसियत से आप ट्रांसपान्डर नीतिभार के कार्यान्वयन के लिए उत्तरदायी थे।

आप बड़ौदा में स्थित गुजरात संचार एवं इलेक्ट्रानिकी लि० (जी० सी० ई० एल०) के बोर्ड ऑफ डाइरेक्टर में से एक थे। आप इंस्टीट्यूशन ऑफ इलेक्ट्रानिक्स एण्ड टेलीकम्युनिकेशन इंजीनियर्स (आई० टी० ई०) के अहमदाबाद स्थानीय केन्द्र के कई साल तक चेयरमैन रहे। आप अहमदाबाद में गुजरात की बायो-मेडिकल इंजीनियरिंग सोसायटी के संस्थापक अध्यक्ष हैं। आप भारतीय खगोलीय संस्था, हैदराबाद के सदस्य हैं। आप आल इण्डिया रेडियो तथा दूरदर्शन की तकनीकी सलाहकार कमेटी के भी सदस्य हैं। 1982 मे आप संयुक्त राष्ट्र विकास कार्यक्रम प्रायोजित मिलीमीटर वेव प्रसार प्रयोग परियोजना (पेप) के परियोजना निदेशक हैं।

आपके सौ से अधिक लेख राष्ट्रीय एवं अन्तर्राष्ट्रीय पत्रिकाओं मे छप चुके है। आपने अमरीका, रूस, ब्रिटेन, फ्रांस, पूर्वी जर्मनी, जापान एवं कनाडा देशों की अनेक अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशालाओं को देखा है।

उपग्रह संचार के क्षेत्र में अनुपम योगदान के लिए 1978 में आपको हरीओम आश्रम पारितोषिक से सम्मानित किया गया। पिछले 10 सालों में इलेक्ट्रानिकी एवं संचार के क्षेत्र में अद्भुत योगदान के लिए आई० ई० टी० ई० दिल्ली ने 1979 में आपको रामलाल वधवा स्वर्ण पदक से सम्मानित किया। इलेक्ट्रानिकी एवं संचार के क्षेत्र में आप अनेक विद्यार्थियों को पी० एच० डी० डिग्री के शोध कार्य के लिए मार्गदर्शन प्रदान कर रहे हैं। 1981 में आपको भारतीय मौसम विभाग के द्वारा संस्थापित जे० दास गुप्ता पारितोषिक प्रदान किया गया।



काली शंकर

श्री काली शंकर ने 1967 में मोतीलाल नेहरू रीजनल इंजीनियरिंग कालेज से इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग में बी॰ ई॰ एवं 1970 में रुड़की विश्वविद्यालय से एडवान्स्ड इलेक्ट्रानिक्स एवं कम्युनिकेशन सिस्टम्स में एम॰ ई॰ की उपाधियां प्राप्त कीं। मार्च 1971 में भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र में इलेक्ट्रानिकी अभियन्ता के पद पर आपकी नियुक्ति हुई। इसरो में आपने उपग्रह संचार से सम्बन्धित अनेक उप-तन्त्रों के अनुसंधान, विकास एवं उत्पादन में काफी कार्य किया है। इसरो के दिल्ली भू-केन्द्र के निर्माण एवं कार्यशील करने में भी आप उत्तरदायी थे। भारत में सम्पन्न 'साइट' स्टेप एवं ए॰ यू॰ पी॰ उपग्रह परियोजनाओं के सफल परीक्षणों में आपका विशेष योगदान रहा है। 1973 में इसरो विकसित साइट भू-केन्द्र के उपकरणों के परीक्षण के लिए अमरीकी अन्तरिक्ष संस्था नासा भी गए। इस समय आप संयुक्त राष्ट्र विकास कार्यक्रम प्रस्तावित परियोजना प्रसारण प्रयोग परियोजना (वेप) के सहायक परियोजना मैनेजर हैं। संचार के क्षेत्र में आपके कई लेख प्रकाशित हो चुके हैं। अगस्त 1981 के इंस्टीट्यूशन ऑफ इंजीनियर्स (इण्डिया) के हिन्दी जर्नल में प्रकाशित आपके लेख 'संचार का आधुनिकतम साधन—रेखा प्रकाशिकी तकनीक' के लिए आपको इस्टीट्यूशन ऑफ इंजीनियर्स की ओर से 'सर्टीफिकेट ऑफ मैरिट' प्रदान किया गया। प्रसारण प्रयोग परियोजना के सिलसिले में जनवरी 1984 में आप रदरफोर्ड एपल्टन लैबोरेटरी (साइंस एण्ड इंजीनियरिंग रिसर्च कौंसिल), इंग्लैण्ड गए।

मुद्रक : हरिकृष्ण प्रिंटर्स, शाहदरा, दिल्ली-32. 5892

राजपाल एण्ड सन्ज़ द्वारा संचालित
साहित्य परिवार
के सदस्य बनकर रियायती मूल्य
पर मनपसन्द पुस्तकें मंगाइए और अपनी
निजी लायब्रेरी बनाइए
विशेष छूट तथा फ्री डाक-व्यय की सुविधा
नियमावली के लिए लिखें :



साहित्य परिवार
राजपाल एण्ड सन्ज़,
1590, मदरसा रोड, कश्मीरी गेट,
दिल्ली-110006